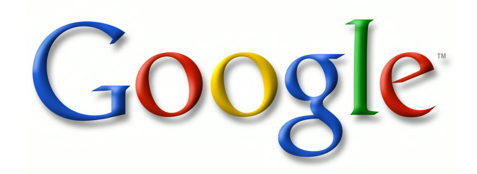
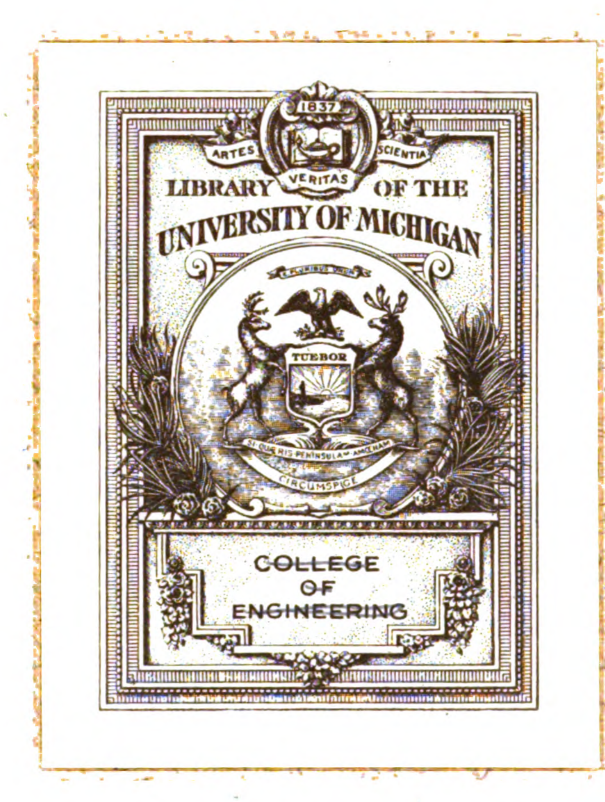
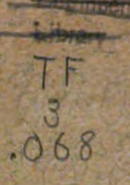

Google


C 3 9015 00355 424 6
University of Michigan – BUHR


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING



ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

IN TECHNISCHER BEZIEHUNG.

BEGRÜNDET

VON

EDMUND HEUSINGER VON WALDEGG.

FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN.

Herausgegeben im Auftrag des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

vom Schriftleiter

Dr. Ing. **H. Uebelacker,**
Oberregierungsbaurat,

unter Mitwirkung von

Dr. Ing. **A. E. Bloss,**
Regierungsbaurat,

als stellvertretendem Schriftleiter und für den bautechnischen Teil.

NEUNUNDSIEBENZIGSTER JAHRGANG.

NEUE FOLGE. EINUNDSECHZIGSTER BAND.

1924.

MIT 41 TAFELN UND 315 TEXTABBILDUNGEN.

BERLIN UND WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1924.



I. Sach-Verzeichnis.

1. Übersicht.

2. Einzel-Aufführung.

(Die Aufsätze sind mit * bezeichnet.)

5. Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

A. Bahn-Unterbau.

B. Brücken.

6. Oberbau.

A. Allgemeines, Versuche, theoretische Untersuchungen.

B. Ausbildung des Oberbaues.

C. Unterhaltung; Werkstätten für Gleisunterhaltung und Schwellenherstellung.

C. Betrieb der Werkstätten; Arbeitsverfahren.

10. Lokomotiven und Wagen.

A. Allgemeines: Versuche, theoretische Untersuchungen (Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven, Kohlenverbrauch); Bremsen.

13. Elektrische Bahnen; Kraftwerke, Streckenausrüstung, Betrieb.

14. Besondere Eisenbahnarten.

15. Bücherbesprechungen.

Berichtigungen.

Zu Heft 9/10.

Seite 200, Spalte 1, Zeile 2 von oben, lies: »— 5° C« statt »+ 5° C«.

Spalte 1, Zeile 1 von unten, lies: $t_2 = \frac{1}{Q \cdot E \cdot \alpha} (H'_1 - H'_2) + t_1 - \frac{8}{3 L^2 \alpha} (f'^2_1 - f'^2_2)$

Seite 201, Spalte 1, Zeile 13 von oben, lies: $y = y_0 + \frac{x'^2 \cdot q}{2 \cdot H'}$.

Spalte 1, Fufsnote, letzte Zeile, lies überall: f' statt f.

Seite 202, Gleichung 5, 2. Zeile, lies:

$$a_{II} = \sqrt{\frac{2 Z}{W_{II} + \frac{Z}{R}} \left\{ 2 e'_{max} + b_1 + b_2 + \sqrt{(2 e'_{max} + b_1 + b_2)^2 - (b_1 - b_2)^2} \right\}}$$

Seite 228, Tabelle Spalte 15, Zeile 1 mufs es heifsen: »Brown Boveri u. Comp«, statt »Oerlikon«.

Zu Heft 11.

Seite 260 und 261. Die Abb. 2 ist um 180°, die Abb. 4 um 90° im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers gedreht zu denken, um mit den anderen Abbildungen in der Lage übereinzustimmen.

Zu Heft 13.

Seite 303. »Neuere englische Lokomotiven.« Die Abb. stellt die D 2 Tenderlokomotive der London-Midland und Schottischen Eisenbahn vor. Der Hinweis »(siehe Abb.)« wäre deshalb im Absatz 1 zu streichen und im 3. Absatz nachzutragen.

Zu Heft 16.

Seite 353, Zeile 4, lies: Beanspruchung »eiserner Brücken«, statt »unserer Brücken« und Zeile 5: »enthalten« statt »erlassen«.



II. Namen-Verzeichnis.

(Die Aufsätze sind mit *, die Besprechungen von Büchern und Druckschriften mit ** bezeichnet.)

1924 HEFT 1

ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Das

ORGAN
für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
erscheint am 15. jedes Monats.

Die Anschrift des Schriftleiters ist:
Oberregierungsbaurat Dr. Ing. **H. Uebelacker**, Nürnberg, Sandstraße 38/40,
die des stellvertretenden Schriftleiters
Regierungsbaurat Dr. Ing. **A. E. Bloss**, Dresden, Wiener Strafse 4.

Die Aufnahme von Bearbeitungen technischer Gegenstände aus dem Vereinsgebiete vermitteln im Auftrage des Technischen Ausschusses des Vereins:
Sektionschef Ritter von Enderes, Bundesministerium für Verkehrswesen in Wien; Geheimer Baurat Friefsner, Reichsbahndirektion in Dresden; Abteilungsdirektor Höfinghoff, Eisenbahn-Zentralamt in Berlin; Oberingenieur Joosting, Niederländische Staatseisenbahngesellschaft, Utrecht; Abteilungsdirektor Kittel, Reichsbahndirektion in Stuttgart; Regierungsbaurat Kleinow, Eisenbahn-Zentralamt in Berlin; Oberinspektor Kramer, Ungarische Staatseisenbahn in Budapest; Betriebsdirektor Pfeiffer, Betriebsdirektion der Südbahn in Wien; Regierungs- und Baurat Ruthemeyer, Reichsbahndirektion in Kassel; Geheimer Oberbaurat Schmitt, Reichsbahndirektion in Oldenburg, Ministerialrat Staby, Reichsverkehrsministerium, Zweigstelle Bayern, in München; Ministerialrat Dr. Trnka, Bundesministerium für Verkehrswesen in Wien.

Der Jahrgang 1924 des Organs wird heftweise berechnet und ist durch den Buchhandel oder (zuzüglich des entfallenden Kreuzbandportos) von der Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

Anzeigenpreise:	1/1	1/2	1/4	1/8 Seite
	90	45	22.50	11.25 Goldmark.

4.20 Goldmark = 1 Dollar.

Bei 6 12maliger Aufnahme innerhalb Jahresfrist 10 20 % Nachlass.
Für Vorzugsseiten gelten besondere Preise. Beilagen nach Vereinbarung

C. W. Kreidel's Verlag, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 9938. Deutsche Bank, Depositenkasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 82742.

Das Mitteldeutsche Braunkohlen-Syndikat, Leipzig, das ostelbische Braunkohlen-Syndikat, Berlin und der Deutsche Braunkohlen-Industrie-Verein Halle a. S.,

erlassen folgendes

Preisausschreiben

Aufgabe. **Konstruktion einer Vorrichtung zur vollständigen Beseitigung des Funkenauswurfes bei Lokomotiven, die mit Braunkohlenbriketts befeuert werden.**

Die Vorschläge dürfen sich auch auf Änderungen der Feuerung und der Rauchkammereinrichtung erstrecken. Es ist jedoch Rücksicht darauf zu nehmen, dafs vorhandene **Güterzuglokomotiven mit möglichst geringen Änderungen** benutzt werden sollen. Ferner ist zu beachten, dafs die **Leistung** der Lokomotive nach Möglichkeit **nicht beeinträchtigt** wird. Es ist Wert darauf zu legen, dafs eine **Löscheansammlung** in der Rauchkammer **verhindert** oder durch dauernde Abführung **gering** gehalten wird. Zugelassen sind auch bereits **ausgeführte Konstruktionen,** deren Brauchbarkeit jedoch durch **ausführliche Angaben über ihre Anwendung in der Praxis** nachzuweisen ist.

Bewerbung. Es ist eine Entwurfzeichnung im Mafsstab **1:10** auf **210 · 297 mm** gefaltet, mit einer eingehenden Beschreibung der Konstruktion und Wirkungsweise in zweifacher Ausfertigung einzureichen. Als Unterlage für den Entwurf sind die Mafse einer Lokomotivzeichnung zu benutzen, die von der am Schlusse benannten Geschäftsstelle auf Wunsch zugesandt wird.

Die Entwürfe sind mit einem Kennwort zu versehen. Beizufügen ist ein mit dem Kennwort versehener geschlossener Briefumschlag, der den Namen und die Adresse des Bewerbers enthält.

Werkstattzeichnungen sind vorläufig nicht erforderlich, sie müssen auf Anfordern des Ausschusses später nachgereicht werden.

Die Bewerber müssen mit einer teilweisen Übertragung ihrer Lösung auf andere Lösungen einverstanden sein. Die Verbindung mehrerer Lösungen wird vom Prüfungsausschufs mit den Bewerbern vor Ausführung der Probevorrichtung vereinbart und der auf jeden Bewerber entfallende Preis- und Wertanteil, der sich auch auf etwaige Patentansprüche erstreckt, prozentual festgesetzt.

Patentrechte und **Ausführungsrechte** verbleiben dem **Bewerber** oder dem durch ihn vertretenen **Erfinder.**

Beurteilung. Die eingereichten Unterlagen werden durch einen Ausschufs binnen **2** Monaten geprüft und einer Auswahl unterzogen. Das Ergebnis der Auswahl wird bekannt gemacht. Geeignet erscheinende Vorrichtungen werden nach besonderen Übereinkommen mit den Bewerbern **zur Probe ausgeführt** und einer **Prüfung im praktischen Betriebe** unterworfen. Die Beurteilung des Prüfungsausschusses ist endgültig.

Preise. Für die **3** besten geeigneten Lösungen werden Preise von **5000.—, 3000.—** und **2000.—** Rentenmark ausgesetzt.

Prüfungsausschufs. Dem Prüfungsausschufs gehören an: 1. Generaldirektor Dr.-Ing. e. h. **Platscheck,** Vorsitzender des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins und des Technisch-Wirtschaftlichen Sachverständigen-Ausschusses für Brennstoffverwendung beim Reichskohlenrat; 2. Oberingenieur **Graafen,** Mitteldeutsches Braunkohlen-Syndikat, Leipzig; 3. Oberingenieur **Kayser,** Ostelbisches Braunkohlen-Syndikat, Berlin; 4. Bergwerksdirektor Dipl.-Ing. **Kurt Bähr,** Vorsitzender des Ausschusses für Technik des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins; 5. Regierungsbaurat Professor **Nordmann,** Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts, Berlin; 6. Professor **R. Düll,** Ord. Professor und Vorstand des Maschinen-Laboratoriums der Technischen Hochschule Braunschweig; 7. Baurat Dr. **R. Metzeltin,** Direktor der Hannoverschen Maschinenbau A.-G., Hannover-Linden, für den Deutschen Lokomotivverband; 8. Dipl.-Ing. **zur Nedden,** Geschäftsführer der Technisch-Wirtschaftlichen Sachverständigen-Ausschüsse beim Reichskohlenrat; 9. Dipl.-Ing **E. Frerichs,** Oberingenieur der Michelwerke, Halle/S.

Beim Ausscheiden von Mitgliedern ergänzt sich der Ausschufs selbst durch Wahl von Ersatzmitgliedern.

Bewerbungstag. Einsendungen haben zu erfolgen an die Geschäftsführung des **Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins, Halle/S., Riebeckplatz 4,** einlaufend **bis zum 1. Juni 1924.**

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr.-Ing. H. Uebelacker, Nürnberg**, unter Mitwirkung von **Dr.-Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

79. Jahrgang **15. Januar 1924** **Heft 1**

An unsere Leser!

Wir treten mit diesem Hefte in das 2. Jahr unserer Geschäftsführung ein. Bei diesem Anlaß möge es gestattet sein, aus den Ausführungen, die der Schriftleiter Dr. Uebelacker auf der letzten Tagung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen im Dezember vorigen Jahres in Dresden über Aufgaben und Ziele des Organs machte, das Folgende wiederzugeben:

Als Hauptaufgabe erscheint die Veröffentlichung von Aufsätzen über theoretische und praktische Fragen der Technik des Eisenbahnwesens in ihren verschiedenen Zweigen. Der wirtschaftlichen Seite, die der Zeit ihren Stempel aufdrückt, wird dabei die gebührende Berücksichtigung zu Teil werden. Diese Veröffentlichungen sollen, soweit es sich um Neuland handelt, zur Mitarbeit anregen, Unerforschtes und Unbekanntes zur Klärung bringen, zündend neuen Ausblicken die Wege öffnen. Feststehende Erfahrungen, gesicherter Besitz, sollen einem weiteren Kreis zur Kenntnis gebracht werden, um zu erreichen, daß an einer Stelle erzielter Vorteil auch an anderen Stellen wirksam werde, und auch dort Wurzel schlagend, vielfältige Früchte bringe. Die Veröffentlichung durch den Druck ist hierzu das einfachste und beste Mittel.

Die Verhältnisse der verschiedenen im Verein vertretenen Länder sollen dabei gleichmäßig Berücksichtigung finden.

Daß die Veröffentlichungen des Organs auch der im Vereinsgebiet hoch entwickelten Industrie Nutzen bringen können, sei hier mit erwähnt.

Aber auch wo nicht sofort greifbarer, in Geldwert sich ausdrückender Nutzen aus den Berichten gezogen werden kann, wird das Organ eine Aufgabe erfüllen: Hat doch jeder, der an seinem Beruf Freude hat — und diese ist zur rechten Berufserfüllung die Voraussetzung — das Bedürfnis, Anteil an dem lebendigen Fluß der Technik zu nehmen und die Fortschritte seines Faches zu verfolgen. Von diesem Gesichtspunkt aus hat das Organ auch eine Chronistenpflicht zu erfüllen und es werden gelegentliche Veröffentlichungen aus der Geschichte des Eisenbahnwesens sicher Freunde finden.

Was in anderen Zeitschriften die Technik des Eisenbahnwesens Berührendes veröffentlicht wird, insbesondere was das Ausland an Bemerkenswertem bietet, wird in dem Abschnitt: „Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens" in möglichst vollständiger Weise aus einer großen Zahl von Zeitschriften zusammengestellt. Auch hierdurch wird in müheloser Weise manches bekannt, was zur Nachahmung, wenn auch in veränderter Form, anregt oder eine befruchtende Kritik der eigenen Verhältnisse auslöst. Die Berichte, insbesondere aus ausländischen Zeitschriften, enthalten das Wesentlichste und sind, wo nötig, auch mit Abbildungen versehen, so daß sich vielfach das Zurückgehen auf die oft schwer zugängliche Quelle erübrigt.

Das Organ ist das amtliche technische Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. Es bringt daher die Niederschriften über die Sitzungen des technischen Ausschusses des Vereins (im Auszug). Aber über diese, naturgemäß nur kurzen Informationen hinaus werden die im Verein behandelten technischen Fragen mehr als bisher Gegenstand eingehenderer Veröffentlichungen sein, um Zeugnis von der Tätigkeit des Vereins abzulegen.

Wenn der abgelaufene Jahrgang in unseren Lesern den Eindruck hervorgerufen hat, daß die angedeuteten Bestrebungen in die Erscheinung treten, so wird dies der Schriftleitung eine Ermunterung sein, ihre Kräfte auch fernerhin dafür einzusetzen. Sie bittet auch den Leserkreis um eine geneigte Förderung der angegebenen Ziele durch Einsendung von Beiträgen.

Für gediegene Ausstattung des Organs wird der Verlag wie bisher so auch künftig sein Bestes tun.

Dr.-Ing. Uebelacker. ***Dr.-Ing. Bloß.***

Die Turbolokomotive, ihre Wirtschaftlichkeit, Bauart und Entwicklung.

Von Regierungsbaurat **R. P. Wagner**, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin.

(Vortrag, gehalten auf der Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Lübeck, für den Druck erweitert.)

Im Kessel einer Dampflokomotive üblicher Bauart wird im Gleichgewichtszustand der Lastfahrt bei siebenfacher Verdampfung und 14 at Kesselüberdruck aus Wasser von etwa ⋯f von 350° und einem Wärmeinhalt von etwa ⋯gt. Aus einem Kilogramm deutscher Stein⋯ ⋯.E. unterem Heizwert werden somit an das Treibmittel, den Dampf, abgegeben $7 \times 745 \cong 5200$ W.E., d. h. der Wirkungsgrad des Kessels und Überhitzers ist $\backsim$ 73 v. H. Im Betriebsdurchschnitt bedeutet das einen Kesselwirkungsgrad von 60—65 v. H., wie er ständig bei Nachprüfungen gefunden wird. Der für 1 PS und 1 Sek. erforderliche Wärmeaufwand ohne Berücksichtigung aller Ver-

luste ist auf Grund des mechanischen Wärmeäquivalents $\frac{75}{427}$ = 0,176 W. E. Die Auspuffkolbenlokomotive verbraucht erfahrungsgemäfs für die PS_i-Stunde rund 7 kg Dampf von 745 W. E. Erzeugungsaufwand, also für eine PS_i in der Sekunde $\frac{7 \times 745}{3600} = 1{,}45$ W. E.; der thermische Wirkungsgrad der Maschine ist somit $\backsim$ 12,2 v. H.

Die gegen Atmosphärendruck arbeitende Lokomotivmaschine spannt nun den Dampf bei ordnungsmäfsigen Bauverhältnissen bis 1,2 at abs. hinter dem Kolben, d. h. bis auf einen Wärmeinhalt von 641 W. E. ab. Dieser geht, falls kein Abdampfvorwärmer vorhanden, restlos verloren. Würde man die Lokomotive mit Dampfniederschlagung ausrüsten und mit einem Enddruck von 0,2 at arbeiten, dann ginge die Ausnutzung weiter bis zu ~ 622 W. E. Ist, was vorausgesetzt werden soll, ein Abdampfvorwärmer vorhanden, in dem das Speisewasser auf 100° erwärmt wird, so verringert sich der Verlust von 641 auf 556 W. E. und von 622 auf 537 W. E. Bei Annahme von etwa 15 v. H. Kraftmehrbedarf für die Nebenmaschinen der Niederschlagslokomotive kann also mit genügender Genauigkeit gesagt werden, dafs die thermischen Gestehungskosten eines Kilogramm Dampf in beiden Fällen etwa gleich sind.

Der dritte mafsgebende Lokomotivwirkungsgrad ist der mechanische Wirkungsgrad des Triebwerkes, der den Laufwiderstand der Lokomotive und des Tenders auf der Wagerechten einschliefst. Dieser liegt je nach der Gröfse und Zahl der Zylinder, die durch die Kolbenreibung viel Arbeit aufzehren, je nach der Vielteiligkeit des Triebwerks und der Zahl der gekuppelten Achsen zwischen 65 und 70 v. H. und scheint, wie zahlreiche Versuche gezeigt haben, abweichend von den Formeln von Strahl, Sanzin u. a. für dieselbe Lokomotive, abgesehen vom reinen Lauf- und Luftwiderstand, im wesentlichen nur von der übertragenen Leistung abzuhängen, weder allein von der Zugkraft noch allein von der Geschwindigkeit.

Betrachtet man nun die für die Lokomotivwirtschaft mafsgebenden drei Wirkungsgrade mit dem Bestreben, sie zu verbessern, so bieten sich folgende Wege zuerst dar:

Der Kesselwirkungsgrad, wenn auch bei weitem nicht der schlechteste der drei, ist unbefriedigend. Man wird bestrebt sein müssen, durch weitere Verringerung der Abgaswärme und durch völligere Verbrennung des Heizstoffes ihn zu verbessern. Jenes wird zu erreichen sein durch den Einbau von Abgaswärmern für Speisewasser und Verbrennungsluft, dieses sollte angestrebt werden durch Einführung der Staubverbrennung.

Der thermische Wirkungsgrad der Kolbendampfmaschine mit Auspuff ist der schlechteste der drei; er vergeudet am meisten Wärme und erheischt dringend Besserung. Der Wasserdampf ist zwar ein bequemes, aber sehr unwirtschaftliches Treibmittel, da das nutzbare Wärmegefälle ein kleiner Bruchteil der bisher verlorenen Verdampfungswärme bildet. Es erscheint daher unerläfslich, dafs die Theoretiker weiterforschen einmal bei Anwendung des Niederschlagsverfahrens nach einem Treibmittel, welches für alle Maschinenteile unschädlich ist, aber wesentlich geringere Verdampfungswärme bei mindestens gleichem Wärmespeicherungsvermögen aufweist, ferner nach Kreisprozessen ohne Änderung des Aggregatzustandes, bei denen der Aufwand für Verdichtung des Treibmittels in mäfsigen Grenzen bleibt. Der Mann der Praxis aber sieht sich gezwungen, vorerst unter Beibehaltung des Wasserdampfes die Mittel anzuwenden, die eine bessere Ausnutzung des Brennstoffes erlauben. Das Naheliegendste ist, wie oben schon angedeutet, die Anwendung des Dampfniederschlages auch für Schienenfahrzeuge.

Bei einer Niederschlagsmaschine mit 0,2 at abs. Enddruck ist die Arbeitsfläche der Schaulinie etwa 40 v. H. gröfser als bei einer Auspufflokomotive, während, wie eingangs gezeigt, die thermischen Gestehungskosten für 1 kg Dampf etwa die gleichen sind, wenn man die Nebenanlagen berücksichtigt. Das bedeutet, dafs die gleiche Menge des Treibmittels bei Anwendung des Niederschlages bis 40 v. H. äufserer Arbeit mehr leisten kann als ohne sie. Hierdurch wird also der thermische Wirkungsgrad der Maschine von 12 auf 16—17 v. H. zu bringen sein.

Daneben erscheint es dringend erforderlich, das Problem des Hochdruckdampfes weiter zu verfolgen, da einmal bei hohen Drücken die Verdampfungswärme selbst sinkt, ferner eine gröfsere Arbeitsmenge durch die Gewichtseinheit des Treibmittels geleistet wird.

Der dritte, der mechanische Wirkungsgrad der Lokomotive, ist ebenfalls verbesserungsbedürftig, bei der jetzigen Durchbildung der Kolbenmaschine jedoch nicht ohne weiteres verbesserungsfähig. Fest steht, dafs die Reibungsverluste bei einer Dampfturbine wesentlich geringer sind als bei gleitenden Kolben; wie sich die Verhältnisse stellen, wenn man die durch die hohe Turbinendrehzahl bedingte Übersetzung ins Langsame ebenfalls in den mechanischen Wirkungsgrad einschliefst, wird weiter unten erörtert werden.

Die Lokomotive in ihrer jetzigen Form, die das Spiegelbild einer rund hundertjährigen, wenig planmäfsigen Weiterentwicklung der Landdampfmaschine ist, jedoch bisher sich des Dampfniederschlages grundsätzlich enthalten hat, hat in der Vollkommenheit ihrer Nachbildung und der Betriebssicherheit eine ziemlich hohe Stufe erreicht. Es dürfte kaum möglich sein, Maschinenzentralen für 2000—3000 PS zuverlässiger und betriebssicherer auszugestalten als eine neuzeitliche Heifsdampflokomotive.

An dem grofsen Fortschritt, den der Landdampfmaschinenbau mit der Einführung des Dampfniederschlages machte, ist bisher, wie gesagt, der Lokomotivbau vorübergegangen.

Bisher waren die üblichen Lokomotivbrennstoffe, voran die Steinkohle, zu billig und die Ausgleichmöglichkeiten auf der Erde zu vollkommen, um einen wesentlichen Anreiz zur Aufgabe der bisherigen einfachen klaren Gliederung der Lokomotive zu bieten. Das Stocken der Kohlenausfuhr aus den kriegführenden Ländern hat in zwei Staaten, die darunter sehr stark litten, der Schweiz und Schweden, zu Versuchen geführt, die Niederschlagslokomotive in die Praxis einzuführen und zwar unter bewufster Aufgabe der bisherigen Einfachheit und vielleicht — Betriebssicherheit. Dieselbe Not liegt in dem zur Zeit kohlenarmen Deutschland vor und hat auch die Reichsbahn bewogen, die Frage der Niederschlagslokomotive ernstlich zu studieren und Versuche zu unternehmen. Auch England beschäftigt sich z. Z. mit dem Gegenstand, wie später gezeigt werden wird; der Grund dazu dürfte darin liegen, dafs einerseits die Kohlenpreise durch das Verschwinden der deutschen Kohlenausfuhr stark gestiegen sind, andererseits zwischen den englischen und amerikanischen Erdölgesellschaften seit einigen Jahren ein gigantischer Unterbietungskampf im Gange ist, der die Verbrennungslokomotive besonders in den Hochvalutaländern zu einer ernsten Gefahr für die Dampflokomotive macht. Wer dort diese auf lange Zeit erhalten will, mufs sich zu wirtschaftlichen Verbesserungen bequemen. In diesem Sinne dürfte wohl das englische Interesse an der Frage zu deuten sein.

Der schwedische, der schweizer und der englische Konstrukteur haben unabhängig voneinander gearbeitet und sind zu gänzlich verschiedenen Lösungen gelangt; allen jedoch ist gemeinsam, dafs sie die Kolbenmaschine als ungeeignet verliefsen, um sich der Dampfturbine zuzuwenden. Das ist umso bemerkenswerter, als die Einführung des Niederschlagsbetriebes auf der Lokomotive unter Beibehaltung der Kolbenmaschine der natürliche Weg schrittweiser Entwicklung

Aber gerade hier treten Schwierigkeiten aussichtslos erscheinen lassen, mit der Kol



Ziel zu gelangen. Soll die Niederschlagskolbenlokomotive einen günstigen Dampfverbrauch erzielen, so müssen die Zylinder mit kleiner Füllung arbeiten. Dadurch werden aber derartig grofse Zylinderinhalte nötig, dafs selbst da, wo ihre Unterbringung baulich möglich wäre, ihre Anwendung betrieblich unmöglich wird, weil beim Anfahren, wo sich Volldruck über einen beträchtlichen Teil des Kolbenwegs nicht umgehen läfst, der Reibungswert der gekuppelten Achsen weit überschritten wird. Andererseits müssen, um die Dehnung bis zum wirtschaftlichen Enddruck treiben zu können, die schädlichen Räume auf weniger als 3 $^0/_0$ herabgesetzt werden. Dies ist bei der Lokomotive mit ihrer weitgehenden Lagernachstellung praktisch nicht erreichbar und verbietet aufserdem für die Mehrzahl der Fälle die Anwendung einer einfachen Schwingensteuerung. Dazu kommt, dafs die für die Kondensation nötigen Apparate einen beträchtlichen Raum für sich beanspruchen und dafs vor allen Dingen der Abdampf der Maschine, der durch das Zylinder- und Stopfbuchsenöl stark verunreinigt wird, von diesen Ölbeimengungen wieder befreit werden müfste, um das Kondensat in vollem Umfange zur Kesselspeisung verwenden zu können. Der Beseitigung all dieser Schwierigkeiten treten derartige Hindernisse entgegen, dafs der Versuch, eine Kolbenlokomotive mit Kondensation zu bauen, bis jetzt noch nicht gemacht worden ist, und so ist es auch zu erklären, dafs sich bis heute alle Versuche, Kondensationslokomotiven zu bauen, auf Turbolokomotiven beschränken.

Dafs die Anwendung der Dampfturbine die bauliche Durchbildung des Fahrzeuges wesentlich beeinflufst, ist verständlich; aufser ihr sind es zwei weitere Faktoren, die der Niederschlagslokomotive ihren Charakter aufdrücken: die Art der Arbeitsübertragung von der Turbinenwelle auf die Fahrzeugachsen und die Bauart des Rückkühlers. Den gröfsten Einflufs von allen übt die letzte auf die grundsätzliche Fahrzeuganordnung aus, und ihre Wahl legt den Konstrukteur in weitem Mafse fest, wie im folgenden gezeigt wird.

Die Vorteile des Reinwasserkreislaufes der Niederschlagsdampfmaschine, d. h. die Reinhaltung des Kessels von Kesselstein, sind zu augenfällig, um nicht bei der Turbolokomotive ebenfalls zur Wahl eines Reinwasserkreislaufes zu drängen. Die einfachste Art das Kondensat zurückzukühlen und dabei rein zu halten, ist die Anwendung eines geschlossenen Oberflächenkühlers, der zugleich Kondensator ist. Verwickelter wird die Anordnung, wenn man einen Einspritzkondensator vorsieht, der mit reinem Kühlwasser gespeist wird. Das abfliefsende reine Gemisch mufs dann in einem geschlossenen Rückkühler heruntergekühlt werden. Den zuerst genannten Oberflächenkühler kann man ferner mit Rohwasser berieseln, um einerseits die Wärmeübergangszahl zu verbessern, andererseits die Verdunstung mit auszunutzen.

Grundsätzlich hiervon unterschieden ist die Anordnung, wenn man einen offenen Verdunstungskühler wählt. Beim Durchlauf durch diesen wird das Wasser stark verschmutzt und verdunstet zum Teil, man mufs also diesen Kreislauf mit Rohwasser durchführen und, um diese vom Kesselwasser fern zu halten, geschlossene Röhrenkondensatoren verwenden.

Fast alle genannten Wege sind bei den bisher gebauten Turbolokomotiven beschritten worden; jeder hat sein Anwendungsgebiet, wo er den andern überlegen ist. So z. B. kann der Betrieb in wasserarmer Gegend einen geschlossenen Oberflächenkühler oder schwacher Oberbau leichte Einspritzkondensatoren o. ä. fordern.

Hingegen sind die erwähnten Kühlerbauarten bei gleichem Gewicht keineswegs gleichwertig bezüglich ihrer Kühlleistung. Es ist bekannt, dafs durch Anreicherung der Luft mit Wasserdampf ein Mehrfaches der Wärmeeinheiten gebunden wird, die dem Temperaturgefälle entsprechen. Vergleicht man nun zwei geschlossene Kühler miteinander und setzt voraus, dafs beide gleich grofse Oberflächen haben, so ergibt die Rechnung, dafs ein benetzter Kühler wesentlich mehr Wärme umsetzt als ein trockener, während das Netzwasser verdunstet. Die Leistung steigt jedoch nicht in das Ungemessene, sondern ist nach oben begrenzt durch die Wärmeübergangszahl der Metallwand. Die Begrenzung durch die Übergangszahl läfst sich vermeiden durch Anwendung eines offenen Kaminkühlers. Durch feine Verteilung kann die Gesamtoberfläche der herabrieselnden Tropfen fast beliebig vergröfsert werden; die obere Grenze wird in diesem Falle gebildet von der Sättigung der Kühlluft mit Wasserdampf, d. h. sie verschiebt sich bei gleichbleibendem Temperaturgefälle und gleichbleibendem Feuchtigkeitsgehalt der Luft proportional zu der vorbeistreichenden Luftmenge. Da hier Rohwasser umläuft, ist das verfügbare Temperaturgefälle unterteilt, einmal für den Wärmeabflufs im Oberflächenkondensator, zweitens für den Abflufs von Kühlwasser zur Luft. Die umzuwälzende Luftmenge ist hingegen bei gegebener Leistung klein, also der Ventilator-Kraftbedarf gering. Bei reinen trockenen und geschlossenen Oberflächenkühlern ist, da der Kühler gleichzeitig Kondensator ist, das ganze Temperaturgefälle ungeteilt an der Kühleroberfläche verfügbar; da man aber Wärmeabflufs nur durch trockene Übermittlung an die Aufsenluft erzielt und die spezifische Wärme der Luft gering ist, müssen sehr grofse Luftmassen unter grofsem Kraftverbrauch umgewälzt werden. Um diese Luftmassen in wirkliche Berührung mit der Kühleroberfläche zu bringen und wegen der starren Beschränkung durch die Wärmeübergangszahl bei gegebenem Temperaturgefälle ist eine sehr grofse Oberfläche erforderlich.

Man mufs also den geschlossenen Oberflächenrückkühler einmal in Beziehung setzen zum Kondensator, das andere Mal zum offenen Rückkühler, da er beide Funktionen in sich vereinigt. Von luftgekühlten Kondensatorrohren gehen je Quadratmeter, Stunde und Grad nicht mehr als höchstens 40 W.E. an die Luft über, während beim wassergekühlten Kondensator je Quadratmeter, Stunde und Grad in das Kühlwasser wenigstens 2400 W.E übergehen. Wenn man nun selbst annimmt, dafs das Wärmegefälle beim luftgekühlten Kondensator doppelt so grofs ist, als beim wassergekühlten, so ergibt sich für ihn eine Kühlfläche, die

$$\frac{2400}{2.40} = 30 \text{ Mal gröfser ist}$$

als die des gleich leistungsfähigen wassergekühlten Kondensators.

Während man also gegen die Verwendung des wassergekühlten Kondensators mit Verdunstungsrückkühler das geringere Temperaturgefälle und die gröfsere Vielteiligkeit ins Feld führen kann, spricht für ihn geringeres Gewicht und voraussichtlich leichtere Unterhaltung. Denn der eigentliche Kondensator kann bei dem bekannten hohen Wärmeübergang zwischen Dampf und Wasser klein gehalten werden und macht bezüglich der Dichtung, Luftentfernung usw. keinerlei Schwierigkeiten, während das übrige System unter atmosphärischem Druck steht und keine anderen Störungen erwarten läfst als irgend eine Wasserringleitung mit zwangläufiger Umwälzung.

Die Gröfse der im Rückkühler erforderlichen Wasseroberfläche, d. h. der Fläche, auf der das Kühlwasser mit der Luft in Berührung treten mufs, um intensiven Wärmeaustausch zu erzielen, ist zahlenmäfsig nur durch Erfahrungswerte zu erfassen; es leuchtet jedoch ohne weiteres ein, dafs, wenn man die fallenden Tropfen klein hält und sie durch eine porige Masse grofser Oberfläche hindurchrieseln läfst, das Kühlergewicht niedrig gehalten werden kann, sofern dafür gesorgt ist, dafs die Luft während der ganzen Zeit im Gegenstrom am Wasser entlang streichen kann.

Der Verbrauch von Kühlluft errechnet sich wie folgt:

Eine Turbolokomotive von 2000 PS_i-Leistung mit einem unter Verwendung üblicher Kesseldrücke und äufserster Ausnutzung der Abwärme erreichbaren Dampfverbrauch von 4 kg

für 1 PS/Std. Kesselleistung und 0,15 at absolutem Enddruck hat eine stündlich im Rückkühler abzuführende Wärmemenge von 4 . 565 . 2000 = 4520000 W. E. Die dem Enddruck entsprechende Dampftemperatur ist + 54° über Gefrierpunkt, die Temperatur der Aufsenluft sei im Jahresdurchschnitt + 15°, dann ist das gesamte verfügbare Wärmegefälle 39°. Bei einigermafsen ausreichender Bemessung des wassergekühlten Kondensators und mäfsiger Reinhaltung von Öl und anderem Belag entfällt auf ihn höchstens der dritte Teil dieses Gefälles = 13°. Wenn also die (günstig wirkende) Abkühlung des Kühlwassers in der Leitung zum Rückkühler vernachlässigt wird, steht in diesem mithin ein Gefälle von 26° zur Verfügung. Nimmt man nun nach vorsichtiger Schätzung an, dafs die Luft wegen vorheriger Sättigung und unvollkommener Berührung nur zu 50 v. H. gesättigt werden kann, und setzt man die spez. Wärme der Luft mit 0,24 ein, so wird 1 kg Luft an fühlbarer Wärme aufnehmen 26 . 0,24 = 6,22 W. E. Hinzu kommt bei der mittleren Temperatur des Gefälles (Anfang 54 — — 13 = + 41, Ende = + 15, Mitte = + 28) eine Wärmeaufnahme durch Verdunstung von ~ 13 W. E./kg bei voller und 6,5 W. E. bei 50 v. H.-Sättigung. 1 kg Luft führt also bei Verdunstungskühlung ~ 12,7 W. E. ab; es sind mithin umzuwälzen $\frac{4520000}{12,7}$ = ~ 356000 kg Luft stündlich. Bei der im Kühlerbau üblichen Rechnungsart, die obere Temperaturgrenze des Gefälles als mafsgebend für die Verdunstung anzusehen, würde die Wärmeaufnahme schon auf ~ 20 W.E./kg steigen, ebenso bei höherer Sättigung als 50 v. H. Der errechnete Wert darf also als denkbar vorsichtig und als Mindestmafs bezeichnet werden. Im Betriebe wird er oft ein Vielfaches erreichen und die Luftmenge auf einen Bruchteil der errechneten sinken.

Einem geschlossenen und vereinigten Kondensator- und Kühlersystem stehen bei Annahme derselben Betriebswerte 39° Temperaturgefälle zur Verfügung. Jedes kg Luft wird also an fühlbarer Wärme abführen 39 . 0,24 = 8,95 W. E. Es werden also erforderlich $\frac{4520000}{8,95}$ = 505000 kg Luft stündlich. Nimmt man nun als Wärmeübergangszahl für die Wandung bei trockner Übertragung 40 W. E./m²/Std. an, so ergibt sich eine Kühleroberfläche von $\frac{4520000}{40 \,.\, 39}$ = 2900 m².

Es ist ohne weiteres ersichtlich, dafs eine solche Kühlerfläche auf einem der bisherigen Fahrzeuge schwerlich unterzubringen ist, mithin diese Bauart der Entwicklung der Lokomotivleistung ins Grofse sehr enge Grenzen zieht, wenn man von erschwerenden Bauelementen wie z. B. der Mitführung besonderer Kühlerfahrzeuge absehen will. Daneben ist der Kraftbedarf für die Luftumwälzung erheblich gröfser als beim Verdunstungskühler.

Bezüglich der Kühlerleistung steht der geschlossene, aufsen mit Wasser benetzte Rückkühler oder Kondensator zwischen beiden genannten Bauarten. Da er eine Metallwand zwischen beide Medien einschiebt, kann in ihm der Dampf unmittelbar gekühlt werden; ihm kommt also das höhere Wärmegefälle zugute. Andererseits bedarf er einer sorgfältigen Regelung der Benetzung, da bei zu geringer Benetzung das Wasser zu früh verdampft, d. h. ein Teil der Oberfläche trocken gekühlt wird; bei zu starker Benetzung nimmt die zu dicke Wasserschicht einen Teil der Abwärme auf und erwärmt sich zu stark, ohne die Wärme an die umgebende Luft abführen zu können. Nach oben hin ist die Leistung durch die bei dünnen Messingrohren allerdings sehr grofse Wärmeleitzahl begrenzt; immerhin wird sich bei normalen Betriebsverhältnissen die Leistung des offenen Verdunstungskühlers, allerdings bei gröfserem Gewicht, erzielen lassen.

Die schwächsten Teile einer gut durchgebildeten Niederschlagsdampfmaschine sind in der Regel die schwer dicht zu haltenden Vakuumleitungen. Undichtigkeiten an ihnen setzen den Enddruck der Maschine unter starker Einbufse an Wirtschaftlichkeit und Leistung hinauf und lassen Aufsenluft in den Kondensator eintreten. Von dort mufs sie unter erheblichem Arbeitsaufwand wieder entfernt werden. Setzt man nun eine Niederschlagsmaschine auf ein aus mehreren unabhängig beweglichen Wagen zusammengesetztes Triebfahrzeug wie die Streckenlokomotive mit Tender, so ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, entweder die Turbine und den Kondensator auf dasselbe Fahrzeug zu setzen oder unter Vakuum stehende Dampfleitungen gewaltiger Abmessungen zwischen beiden Fahrzeugen gelenkig zu kuppeln.

Der letzte Weg ist einmal beschritten worden; er ergab für eine kleine Lokomotivleistung schon eine Abdampfleitung von mehr als 850 mm Durchmesser. Um die gelenkige Kupplung nicht allzu vielteilig zu machen, mufsten beide Fahrzeuge in ihrer Achsanordnung genau symmetrisch durchgebildet und so miteinander gekuppelt werden, dafs jede seitliche Relativbewegung an der Kupplungsstelle vermieden wurde. Das ergibt starkes Zwängen der Fahrzeuge bei der Ein- und Ausfahrt in Krümmungen und besonders bei Durchfahren von Weichen; aufserdem engt es den Konstrukteur bei der Durchbildung beider Fahrzeuge so ein, dafs von restloser Ausnutzuug des Reibungsgewichtes keine Rede mehr sein kann.

Aus diesem Grunde wird im allgemeinen die Turbine und der Kondensator auf dasselbe Fahrzeug zu setzen sein. Da es nun aussichtslos ist, auf das ohnedies schwer belastete Kesselfahrzeug auch noch den schweren Kühler setzen zu wollen, mufs dieser auf dem Tenderfahrzeug untergebracht werden. Hieraus ergibt sich zwangläufig, dafs man bei vereinigtem luftgekühltem Kondensator und Kühler auch die Turbine auf dem Tenderfahrzeug unterbringen mufs. Bei wassergekühltem Kondensator und Verdunstungsrückkühler hingegen kann die Turbine und der wenig Raum beanspruchende Kondensator auf dem Kesselfahrzeug angeordnet werden, während der Rückkühler auf dem Tender Platz findet und das Kühlwasser unmittelbar in seinen Behälter zurücklaufen kann. Bei dieser Anordnung kann das Kesselgewicht für die Reibungslast voll nutzbar gemacht werden. Zwischen beiden Fahrzeugen sind im allgemeinen nur zwei bewegliche Kupplungen für die unter atmosphärischem Druck stehende Kühlwasserleitung zwischen Kühler und Kondensator erforderlich. Diese können leicht in erträglichen Durchmessern 250—300 mm) gehalten werden; Undichtigkeiten an den Kupplungen bedeuten nur einen Verlust von Rohwasser und verringern den Aktionsbereich der Lokomotive, beeinträchtigen aber ihre Leistung und Betriebsbereitschaft nicht wesentlich. Es ist also leicht zu verstehen, dafs dieser Weg bisher den ersten praktischen Erfolg ergab. und es ist anzunehmen, dafs er sich in Zukunft mehr und mehr durchsetzen wird.

Die äufsere Arbeit wird erzeugt in der Dampfturbine, die auf das treibende Fahrzeug gesetzt werden mufs und durch die Art ihrer Arbeitsübertragung auf die Treibräder die bauliche Durchbildung der Turbolokomotive in annähernd demselben Mafse beeinflufst wie die Wahl des Kühlers.

Die Dampfturbine ist bekanntlich eine Maschine, deren Leistung sich aus einem verhältnismäfsig kleinen Drehmoment und hohen Drehzahlen zusammensetzt; das Lokomotivtriebwerk hingegen verlangt grofse Drehmomente bei niedrigen Drehzahlen; demnach wird der Kraftübertragungseinrichtung besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden sein.

Eine erfreuliche Eigenschaft der Dampfturbine für den Lokomotivkonstrukteur ist ihr geringer Raumbedarf, der ihre Unterbringung erleichtert. Hier macht allerdings die Parsons-Turbine eine gewisse Ausnahme; ihre Hauptmerkmale sind wesentlich geringere Drehzahl als bei den anderen Hauptbau-

arten, dementsprechend gröfseres Drehmoment und gröfserer Raumbedarf. Immerhin liegen auch die Drehzahlen der Parsons-Turbine noch so hoch, dafs die Frage der Kraftübertragung eine ebenso grofse Rolle spielt wie bei anderen Bauarten. Man kann wohl sagen, dafs so ziemlich alle heute gangbaren Dampfturbinenbauarten, sowohl Reaktions- wie Aktionsturbinen mit Ausnahme der Laval-Turbinen grundsätzlich zum Einbau in Lokomotiven geeignet sind, wenn auch bei den im Lokomotivbau üblichen Kesseldrücken und der unbedingt zu fordernden Anpassung an wechselnde Verhältnisse, d. h. niedrige Drehzahlen bei starker Kraftentfaltung und hohe Drehzahlen bei mäfsiger Zugkraft, wesentliche Unterschiede bezüglich der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Bauarten vorhanden sind.

Leider ist zur Zeit der Konstrukteur noch nicht in der glücklichen Lage, frei unter den Turbinen- und Übertragungssystemen wählen und diejenigen Bauelemente zusammenstellen zu können, die er für bestimmte Zwecke vereinigen möchte, da die Pionierfirmen des Turbolokomotivbaues sich die Frucht ihrer Arbeit in sehr weitreichendem Mafse durch Patente gesichert haben. Vorerst wird also bei der Bauausführung für den Konstrukteur weniger die technische Eigenart der Turbine als die Möglichkeit, eine Lizenz zu erhalten, oder die Zugehörigkeit zu einem Syndikat bestimmend sein. Andererseits werden die ersten Jahre regelmäfsigen Betriebsdienstes der ersten Turbolokomotiven noch vielerlei neuartige Anforderungen an die Bauart der Triebmaschine stellen, so dafs anzunehmen ist, dafs ihre Bauart noch in mehr als einer Richtung der Wandlung unterworfen sein wird.

Die Arbeit kann nun von der Turbinenwelle auf drei grundsätzlich verschiedene Arten auf die Lokomotivtreibräder übertragen werden, durch Zahnräder- oder ähnliche Vorgelege, durch Zwischenschaltung eines amorphen Übertragungsmittels, etwa einer Flüssigkeit oder eines Gases oder endlich auf elektrischem Wege.

Der naheliegendste und dem Ingenieur vertrauteste Weg ist der erste. Zahnräder sind von jeher dazu verwendet worden, eine bestimmte Leistung zu geringen Drehmoments soweit umzuformen, bis das ausreichende Moment erreicht war. Dabei war in der Regel die absolute Gröfse der übertragenen Leistung gering, da bei der alten klassischen Verzahnung infolge der unvermeidlichen Fehler in der Bearbeitung der Zähne der Zahnverschleifs und damit der Arbeitsverlust ziemlich erheblich war. Grofse Umfangskräfte waren schlecht zu übertragen, da die Flächenpressung und Biegungsbeanspruchung des einzelnen Zahnes hoch wurde und hohe Drehzahlen andererseits führten zu Resonanz- und anderen Störungserscheinungen.

Diese Verhältnisse, die früher die Übertragung von 2—3000 PS unter Herabsetzung der Drehzahl im Verhältnis 1:30 ganz unmöglich gemacht hätten, sind nun durch die neuartige Zahnradkonstruktion und Bearbeitung nach **M a a g** und **K r u p p**, wie bekannt, derart verbessert worden, dafs die Übertragung der genannten Leistungen mit hohem Wirkungsgrade unter gewissen Vorsichtsmafsregeln ohne weiteres möglich wird. Feine Teilung der Zähne, gleichmäfsigste Verteilung des Zahndruckes und sorgfältige Bearbeitung der Triebe auf Maschinen, die ihre Werkzeuge selbst auf Verschleifs kontrollieren, gewährleisten einen Wirkungsgrad von 97—98 v. H. bei einem sehr geringen Verschleifs. Solche Zahntriebe arbeiten unter Drucköl, das durch eine Hilfspumpe in den Eingriff gespritzt wird.

Eine Hauptbedingung derartiger Triebe ist die genaue Innehaltung des Mittenabstandes beider Wellen; aus diesem Grunde ist es nicht zu empfehlen, die für eine Lokomotive unvermeidliche Anpassung an Fahrgeschwindigkeit und Fahrtrichtung in das Getriebe zu verlegen. Die Turbine kann nur in einer Richtung laufend Arbeit erzeugen; zur Umkehr wäre also die Zwischenschaltung eines Wechselrades im Getriebe erforderlich. Ebenso wäre die Erzielung wechselnder Geschwindigkeiten an der Triebachse nur durch Umschalten von Getrieben während des Ganges zu erreichen, ähnlich dem Strafsenkraftwagen.

Bei einer Turbolokomotive ist der Fahrtrichtungswechsel durch Wechselrad ausgeführt worden, aber eben diese Ausführung zeigt, welche Schwierigkeiten sich ergeben, wenn in ein Pfeilrad zwei Verzahnungen entgegengesetzter Richtung geschnitten werden. Es ist daher bei mechanischer Kraftübertragung unbedingt zu empfehlen, die Turbine und ihre Vorgelege den Betriebsgeschwindigkeiten der Lokomotiven so anzupassen, dafs sie von höchstens 10 km/Std. ab innerhalb wirtschaftlicher Drehzahlen arbeitet, dafs ihre Leistung durch Teilung der Beaufschlagung weitgehend regelbar gemacht wird und dafs für die Rückwärtsfahrt eine besondere, gegebenenfalls einfachere und weniger wirtschaftlich arbeitende Rückwärtsturbine beigegeben wird.

Damit nicht die jeweils der Fahrtrichtung entgegenlaufende Turbine als Pumpe arbeitet, die Nutzleistung herabsetzt und sich unzulässig erhitzt, läfst man sie zweckmäfsig im Vakuum mitlaufen.

Der Anforderung der Dampfturbine an möglichst gleichbleibende Drehzahl wird scheinbar ein flüssiges oder luftförmiges Übertragungsmittel in höherem Mafse gerecht, allerdings unter Aufgabe der wünschenswerten Einfachheit. Ein Flüssigkeitsgetriebe z. B. setzt sich zusammen aus einer Pumpe, deren Elementenzahl sich nach der Zahl der Schaltstufen richtet und dem durch die Flüssigkeit getriebenen Motor. Ein gemeinsames Kennzeichen aller dieser Drucköl- und ähnlichen Getriebe ist es, dafs sie zur Vermeidung grofser Spaltverluste mit mäfsigen Drücken arbeiten müssen. Dann aber werden sie bei gröfseren Leistungen in ihren Abmessungen ebenso unbequem wie Elektromotore. Sie werden aufserordentlich schwer und sind innerhalb der Lokomotivrahmen nicht unterzubringen.

Zwar ist die Entwicklung der Druckölgetriebe, die eine Zeitlang in Stillstand geraten war, von neuem in Flufs gekommen, so dafs vielleicht auf diesem Gebiete noch Gutes erwartet werden darf; vorerst aber ist innerhalb des für die Lokomotive verfügbaren Raumes an eine Übertragung von 2—3000 PS noch nicht zu denken.

Die Zwischenschaltung eines unter Druck stehenden gasförmigen Übertragungsmittels, etwa Luft, hätte der Flüssigkeit gegenüber den Vorzug, dafs einmal die Treibräder durch langsamlaufende Kolbentriebwerke üblicher Art angetrieben werden könnten und dafs bei Zwischenschaltung eines Windkessels Geschwindigkeitsschwankungen der Turbine fast gänzlich entfielen. Die Hauptschwierigkeiten verursacht hier das Primärtriebwerk, der Kompressor. Ein üblicher Kolbenkompressor könnte von der Turbine ebensowenig unmittelbar angetrieben werden wie das Lokomotivtriebwerk, er würde also aufserdem noch Vorgelege nötig machen und ein Turbokompressor von gleicher Drehzahl wie die Turbine würde bei dem geringen spezifischen Gewicht der Luft eine sehr grofse Stufenzahl erfordern. Daher wäre der Arbeitsverlust durch Reibung in ihm grofs und sein Wirkungsgrad gering.

Die genannten Gründe machen es verständlich, dafs bisher weder Flüssigkeits- noch Gasgetriebe bei Turbolokomotiven zur Umformung benutzt worden sind. Die eleganteste Art der Arbeitsumformung und Übertragung ist unstreitig die elektrische. Hier treibt die Turbine einen Generator, mit dem sie auf einer Fufsplatte vereinigt werden kann, entweder mit dauernd gleicher Drehzahl oder mit möglichst wenig Abweichung von der wirtschaftlichsten Drehzahl. Der erzeugte Strom fliefst Motoren zu, deren Drehzahl entweder der des Lokomotivtriebwerkes entspricht oder ihr durch ein einfaches Vorgelege angepafst werden kann. Durch geeignete Wahl der Stromart und Schaltung (etwa Gleichstrom mit **L e o n h a r d** schaltung) kann die Fahrgeschwindigkeit bei unveränderter Turbinendrehzahl völlig stufen- und stofslos verändert werden.

Die Forderungen, die bezüglich Regelung und Anpassung an die verschiedenen Betriebserfordernisse gestellt werden, werden von dieser Lokomotive ohne Zweifel voll erfüllt. Jedoch wird sie nicht nur sehr teuer und schwer sein, sondern auch bezüglich der Instandhaltung ganz aufsergewöhnliche Anforderungen stellen. Der Gesamtwirkungsgrad bei wechselnden Betriebsverhältnissen wird nicht sehr hoch einzusetzen sein.

Interessant ist es, dafs schon in dem jetzigen frühen Stadium der Entwicklung der Turbolokomotive fast sämtliche beschriebenen Wege der Durchbildung beschritten worden sind. Bis zum Vorliegen zahlenmäfsiger vergleichender Versuchsergebnisse wird man es verstehen, wenn der Konstrukteur gern sich der verhältnismäfsig einfachen und vollkommenen Zahnradübertragung bedient.

Bei Einheiten über 1500 bis 2000 PS wird es sich im allgemeinen nicht umgehen lassen, die Turbolokomotive als zweiteiliges Fahrzeug, d. h. mit besonderem Tender, auszuführen, solange die heute noch vielfach üblichen Weichen von 140 bis 160 m Halbmesser durchfahren werden müssen. Der gröfste Radstand eines derartigen Doppelfahrzeuges wird dabei durch die Rücksichtnahme auf die üblichen Drehscheibenlängen bereits empfindlich beeinflufst.

Legt man nun dem Entwurf einer solchen Maschine die vermutlich günstigste Bauart zugrunde, d. h. eine Turbine mit Zahnradübertragung, mit Oberflächenkondensator und mit Verdunstungskühler, dann ergibt sich von selbst, dafs die Turbine zweckmäfsig in der Rauchkammergegend des Kesselfahrzeuges, in einem starren Kasten mit ihren Vorgelegen zusammen angeordnet wird, jedoch so, dafs alle diese Teile leicht untersucht und ausgebaut werden können. Um das Federspiel der angetriebenen Achsen auszuschalten, mufs dann die letzte Vorgelegewelle eine Blindwelle sein, die möglichst in gleicher Höhe mit den Lokomotivachsen liegt und die Arbeit auf diese durch beiderseitige Kuppelstangen überträgt. Der Platz hierfür wird durch den Fortfall der Zylinder der Kolbenmaschine frei.

Nach diesen Gesichtspunkten ist die Versuchslokomotive von Escher Wyss im Verein mit der Lokomotivfabrik Winterthur gebaut worden.

Entschliefst man sich aber zur Verwendung eines unmittelbar durch Luft gekühlten Kondensators, so hat dies zur Folge, dafs die Antriebsturbine und der Kondensator auf demselben Fahrzeug untergebracht werden sollten. Da nun aber auf dem Kesselwagen für die Rückkühlung kein Platz vorhanden ist, bleibt bei luftgekühltem Kondensator nichts anderes übrig, als die Turbine auf dem Tender anzuordnen und ihn als eigentliches Triebfahrzeug zu benutzen. Dies gibt die Bauart der Ljungström-Lokomotive.

Wenn die Hauptbauart der Lokomotive festliegt, ist noch die Notwendigkeit und zweckmäfsige Bauart der Nebenmaschinen zu prüfen.

Da der Abdampf der Turbine niedergeschlagen wird, entfällt die übliche Feueranfachung durch Blasrohr und Schornstein und der Zug für die Feuerung mufs durch ein Gebläse erzeugt werden. Am einfachsten und wirtschaftlichsten wäre dieses zu gestalten als Unterwind-Druckgebläse unter gleichzeitiger Ausnutzung des natürlichen Luftzuges während der Fahrt. Da aber während des Beschickens des Feuers die Flamme zur Feuertür herausschlagen würde, müfste ein solches Gebläse mit einer selbsttätigen, mit der Feuertür gekuppelten, Abstellvorrichtung versehen sein. Das Gebläse mufs also die Luft durch Rost und Kessel hindurchsaugen, seine Leistung mufs also wegen des gröfseren Volumens der heifsen Rauchgase etwas gröfser sein, als die eines Unterwindgebläses. Um nicht unnötige Luftmengen umzuwälzen, erscheint die Anwendung unmittelbaren Saugzuges zulässig, zumal wenn die Gase das Gebläse mit einer Temperatur von nicht über 250° erreichen. Als Antrieb wird eine kleine Dampfturbine verwendet.

Um die in den Rauchgasen enthaltene fühlbare Wärme möglichst weitgehend auszunutzen, ist es unbedingt erforderlich, sie nach dem Verlassen der Rohre durch einen Abgasvorwärmer zu senden, um ihnen einen Teil ihrer Wärme zu entziehen. Dieser Abgasvorwärmer wird zweckmäfsig hinter einen weiter unten zu erwähnenden Abdampfvorwärmer geschaltet. Was er an Wärmegewinn bringt, soll ermittelt werden.

Zugrunde gelegt sei wiederum die Turbolokomotive von 2000 PS_i-Leistung und 4 kg Dampfverbrauch für 1 PS_i/Std. Bei dem üblichen etwa 1,5 fachen Luftverbrauch des theoretisch erforderlichen Gewichtes = (15 kg Rauchgas für 1 kg Kohle) und siebenfacher Verdampfung erzeugt der Kessel

$\frac{2000 \cdot 4 \cdot 15}{7 \cdot 60 \cdot 60} = 4{,}75$ kg Rauchgase/sec von der spez. Wärme 0,24. Diese Gase mögen die Rohre mit der gewöhnlichen Temperatur von 300° verlassen. Der Kessel verbraucht nun $\frac{2000 \cdot 4}{60 \cdot 60} = 2{,}23$ kg Speisewasser/sec. Mithin könnte bei verlustloser Übertragung das dem Abgasvorwärmer mit 100° zufliefsende Speisewasser auf 167° erwärmt werden. Wenn man nun mit Verschmutzung der Vorwärmerheizfläche durch Flugasche usw. und infolgedessen mit einem nicht ausnutzbaren Wärmegefälle von ~ 20° rechnen mufs, so ist immerhin noch eine Speisewassertemperatur von ~ 145° zu erwarten, während die der Abgase auf ~ 212° herabgezogen ist.

Unter Umständen, falls die Gesamtanordnung und das Lokomotivgewicht es zulassen, wird also zu erwägen sein, ob die Abgase nicht durch Vorwärmung der Verbrennungsluft weiterhin auszunutzen sein werden. Mit dem Rest der verfügbaren Wärme wird diese auf 110°, bei strengem Gegenstromprinzip vielleicht auf 150° zu erwärmen sein.

Neben dem Feuerungsgebläse ist ein weiteres Gebläse erforderlich für die Umwälzung der Kühlluft auf dem Tender. Um die Antriebsmaschine dieses Gebläses im Reinwasserkreislauf zu erhalten, ohne eine Vakuumdampfleitung zum anderen Fahrzeug zu führen, mufs sie bei Lokomotiven mit Turbine und Kondensator auf dem Kesselfahrzeug gegen atmosphärischen Druck arbeiten; ihr Abdampf kann dann auf einfachste Art den Speisewasser-Abdampfvorwärmer beheizen, während das Kondensat einer höheren Stufe der Speisepumpe zufliefst. Bei Lokomotiven der Ljungströmschen Art hingegen kann die Gebläsemaschine des Kühlers ihren Abdampf bei vollem Vakuum in den grofsen Kondensator abführen.

Neben den genannten Hilfsmaschinen, für die schon wegen ihrer hohen Drehzahl kleine Dampfturbinen die gegebenen Antriebsmaschinen sind, empfiehlt sich zur Reinhaltung des Kondensators die Verwendung kleiner Turbinen auch für die übrigen Hilfsmaschinen wie Speisepumpe, Kühlwasserumwälzpumpe, Kondensatorluftpumpe und Bremsluftpumpe. Bei geschickter Anordnung wird man viel Kraft sparen können, wenn man diese alle zusammenfafst und von den verschiedenen Geschwindigkeitsstufen eines mehrfachen Vorgeleges aus antreibt.

Die nicht besonders erwähnten Bauteile der Lokomotive wie Kessel, Achsen, Rahmen usw. werden durch die Verwendung von Dampfturbinen nicht unmittelbar berührt und können in der üblichen bewährten Bauart durchgebildet werden.

Über die Gröfsenanordnung der einzelnen Bauteile ist auf die grundlegende Arbeit von Dr. Lorenz (Glasers Annalen, Band 92, Heft 5) zu verweisen, die eine wohlgegründete wärmetechnische Durchrechnung gibt. Bezüglich der Abstimmung der Hauptteile zu einander bleibt noch einiges zu erwähnen.

Ebenso wie bei der Kolbenlokomotive mufs der geforderten Lokomotivleistung in erster Linie die Kesselleistung angepafst werden, und zwar können unter Berücksichtigung der zu erwartenden Brennstoffersparnis Heiz- und Rostfläche nach den

üblichen Grundsätzen bemessen werden. Es wäre vorerst falsch, etwa auf Grund der stofsfreien Feueranfachung durch ein Gebläse und Dampfentnahme durch eine Turbine einen höheren Kesselwirkungsgrad vorauszusetzen. Wie sorgfältige Untersuchungen an Kolbenmaschinen gezeigt haben, herrscht sowohl im Dampfentnahmerohr wie auch in den Heiz- und Rauchrohren bei üblichen Abmessungen und mindestens 2 Triebradumdrehungen in der Sekunde völlig gleichmäfsige Strömung.

Bei der Bemessung der im Überhitzer zu erzielenden Dampftemperatur könnte an sich weit über die bisherige Grenze (350—375°) hinausgegangen werden, da die Schmierung gleitender Flächen wie bei Schiebern und Kolben nicht mehr in Frage kommt. Hier wird vorerst jedoch die obere Grenze noch gezogen durch die Bauart des Schmidtschen Rauchröhrengrofsrohrüberhitzers. Es ist durch Versuche und im Vergleichsbetriebe nachgewiesen worden, dafs die genannten Temperaturen sich eben noch erreichen lassen, wenn man die Umkehrenden der Überhitzerelemente bis auf etwa 400 mm an die Feuerbüchsrohrwand heranschiebt. Hierbei ist durch die Art der Glühfarbe festgestellt worden, dafs in dampfleerem Zustande die Elementrohre Temperaturen hoher Grauglut oder vielleicht auch gelegentlich Dunkelrotglut erreichen. Wenn auch bei diesen Temperaturen eine Herabsetzung der Festigkeit oder Lebensdauer der Rohre nicht zu bemerken ist, dürfte damit doch annähernd die obere Leistungsgrenze des üblichen Überhitzers gegeben sein. Eine Vergröfserung der Überhitzerheizfläche über ein gewisses Mafs (etwa 1/3 der Verdampfungsheizfläche) hinaus bringt, wie neueste Versuche gezeigt haben, ebenfalls keinen der Vergröfserung entsprechenden Gewinn mehr, da die verringerte Dampfgeschwindigkeit im einzelnen Element bei Parallelschaltung aller Elemente oder das geringe Wärmegefälle im zweiten Element bei Reihenschaltung den Wärmeaustausch für die Einheit der Heizfläche verringern.

Eine gewisse Verbesserung ist dadurch zu erzielen, dafs die Rauchgasgeschwindigkeit in den Rauch- und Heizrohren möglichst gleich gemacht wird; das bedeutet besonders bei langen Kesseln, wie sie grofse Leistungen erforderlich machen, eine Vergröfserung des bisher einheitlichen Rauchrohrdurchmessers. Dies ist vermutlich eine wirksame Verbesserung, findet aber ihre Grenze an dem Punkte, wo die Abgangstemperatur der Gase aus den Rauchrohren bei mittlerer Betriebsanstrengung wesentlich über 300° steigt.

Der Schmidtsche Kleinrohrüberhitzer bedeutet keine Beseitigung der Schwierigkeit, obwohl mit ihm unter bestimmten Verhältnissen kleine Verbesserungen in der Überhitzung zu erzielen sind. Die erhebliche Verringerung der Verdampfungsheizfläche bei Besetzung fast aller Rohre, die schwierige Reinigung der Rohre von Flugasche und der besonders erschwerte Ausbau einzelner Elemente oder Elementreihen machen ihn zu einem vom Betriebsstandpunkt wenig erwünschten Bauteil. Es darf also gesagt werden, dafs die Entwicklung des Lokomotivkessels bezüglich der Überhitzerbauart noch den Anforderungen des Turbinenbetriebes anzupassen ist.

Bei der Durchbildung der Turbine mufs bis auf weiteres auf die Erfahrungswerte der Konstrukteure von ortsfesten und Schiffsturbinen zurückgegriffen werden. Die Stufenzahl ist durch die Fahrzeugbreite begrenzt, wenn man mechanische Arbeitsübertragung wählt, und im Falle der Zahnradübertragung noch durch die Breite der Zahnräder weiter eingeengt. Um bei gegebenem Kesseldruck den Schaufelkreisdurchmesser nicht für den verfügbaren Raum zu grofs halten zu müssen, sind hohe Drehzahlen anzuwenden; die wirtschaftliche obere Grenze für diese Drehzahlen ergibt sich durch die steigende Zahl der Vorgelege. Die gekuppelten Lokomotivachsen sollten bis zur endgültigen Regelung des Bremsproblems keine wesentlich höheren Drehzahlen erhalten als bei Kolbenlokomotiven (~ 300 in der Minute), da bisher die Schwungmassen der Turbinen und Vorgelege am Radumfange abgebremst werden müssen und die Radreifen elektrischer Lokomotiven unter ähnlichen Verhältnissen durch zu grofse Wärmeaufnahme locker werden. Für die Turbine ergeben Drehzahlen von 6000—10000 in der Minute die günstigsten Werte, d. h. das Vorgelege wird in den Grenzen 1 : 20 bis 1 : 33 zu halten sein. Dieses Verhältnis ist mittels zweier Vorgelege, d. h. einer Zwischenwelle zwischen Turbinen- und angetriebener Welle, am leichtesten zu erreichen. Angetrieben wird nicht die Treibachse, da diese dem Federspiel unterliegt, sondern eine Blindwelle. Das ganze Getriebe von der Turbine bis zur Blindwelle wird zweckmäfsig unverrückbar gegeneinander in einem gemeinsamen Gehäuse gelagert, um, wie weiter vorn gezeigt, den unbedingt erforderlichen genauen Eingriff zu sichern, daneben aber auch, um die in Öl laufenden Teile gemeinsam nach aufsen abzuschliefsen und den ganzen Antriebsmaschinensatz leicht im Lokomotivrahmen ein- und ausbauen zu können. Das ist einmal wichtig für die Unterhaltung, da wohl keine Eisenbahnwerkstatt der ganzen Erde für die Ausbesserung so genau hergestellter Teile eingerichtet ist, der Maschinensatz also ausgebaut und Sonderwerkstätten zugeführt werden mufs, ferner aber auch für die Ausbildung möglichst einheitlicher Antriebssätze für verschiedene Lokomotivgattungen. So z. B. wird es zu erreichen sein, dafs Güterzug- und Schnellzugmaschinen gleicher Leistung den gleichen Maschinenantriebssatz erhalten ohne Rücksicht auf die Lokomotivgeschwindigkeit. Soweit irgend möglich wird man mit gleicher Blindwellendrehzahl auszukommen suchen und die Geschwindigkeitsunterschiede in den Triebraddurchmesser legen. Erst wenn unter diesen Umständen die günstigsten Drehzahlen nicht zu erreichen sind, wird man auch eines der beiden Vorgelege ändern. Auf diese Art wird man dem Einheitsantrieb weit näher kommen, als es bei Kolbenlokomotiven je möglich und bei elektrischen Lokomotiven bisher erreicht ist.

Die Drosselung der Dampfzufuhr der Turbine zur Leistungsregelung gestaltet sich bei Druckturbinen bekanntlich sehr viel einfacher als bei Überdruckturbinen. Bei jenen, die ohnedies auf jeden Fall mit Eintrittsdüsen versehen sind, übt eine einseitige Beaufschlagung kein starkes Biegungsmoment auf die Welle aus; es genügt also, wenn in jedem Belastungszustand die arbeitenden Düsen einigermafsen gleichmäfsig auf beide Seiten jeder Symmetrieebene verteilt sind. Anders bei der Überdruckturbine. Soll diese eine Lokomotive mit ihrem stark wechselnden Arbeitsbedarf mechanisch antreiben, so mufs sie ebenfalls Eintrittsdüsen erhalten, da anderenfalls der Eintrittsdruck in manchen Fällen zu weit abgedrosselt werden müfste. Diese Düsen aber müssen sorgfältig so eingeteilt werden, dafs je zwei gegenüberliegende gleichzeitig an- und abgestellt werden, um der Turbinenwelle das Biegungsmoment zu ersparen.

Auf jeden Fall wird die künftige Entwicklung der Lokomotivturbine dahin abzielen müssen, dafs möglichst kleine Düsenzahlen unabhängig ab- und zugeschaltet werden können, um bei gleichbleibender Dampfeintrittsspannung die Leistung fein zu regeln. Vorerst ist kein anderer Weg abzusehen als die feine Leistungsregelung der Kolbenlokomotive durch die Veränderung des Schieberhubes dergestalt nachzuahmen.

Die Durchbildung der Rückwärtsturbine derart, dafs sie ein Mindestmafs von Schwierigkeiten und Arbeitsverlust verursacht, wird ein Hauptaugenmerk des Konstrukteurs sein müssen. Dennoch wird man sie, wie oben gezeigt, einer Umschaltvorrichtung vorzuziehen haben. Der Umstand, dafs die Rückwärtsturbine bisher wie auch auf Schiffen, sofern sie stets mitläuft, möglichst einfach gestaltet werden mufs, bedeutet für eine so ausgerüstete Lokomotive, dafs sie bei langen Rückwärtsfahrten mit voller Last wesentlich weniger wirtschaftlich arbeitet als bei Vorwärtsfahrt. Demnach besitzt die Turbo-

lokomotive bis auf weiteres nicht die betriebliche Annehmlichkeit der Tenderlokomotive, ohne Drehen in beiden Richtungen Züge fördern zu können.

Die Leistung des Rückkühlers ebenso wie des Kondensators hängt von der betrieblichen Verwendung der Lokomotive ab. Auf jeden Fall mufs sie grofs genug sein, um während aller in Frage kommenden Betriebsgeschwindigkeiten mit den geforderten Zuglasten dem Dampfverbrauch der Turbine, d. h. der Kesselleistung im Gleichgewichtszustand zu entsprechen. Kommt jedoch, wie z. B. bei Personen- und Güterzugmaschinen, häufiges Anfahren oder Rangieren auf Unterwegsbahnhöfen in Frage, dann würde beim Anfahren, solange es aus der Kesselreserve heraus geschieht, das Vakuum sinken, wenn nicht die Kondensator- und Kühlerleistung gröfser als die Kesselleistung bemessen werden.

Bei der Durchbildung des Rückkühlers hat sich der Einflufs des natürlichen Zuges als äufserst nützlich herausgestellt. und es sollte bei künftig zu bauenden Turbolokomotiven keinesfalls auf ihn verzichtet werden. Sofern der Kühlerventilator von einer Hilfsturbine angetrieben wird, ist es ohne ein lästiges Wechselgetriebe nicht möglich, die Richtung des Luftstromes im Kühler umzukehren. Die Richtung mufs der des natürlichen Zuges entsprechen. Bei Rückwärtsfahrt mit Volllast, die allerdings, wie oben gezeigt, schon des Turbinenwirkungsgrades wegen, vermieden werden sollte, wird der Ventilator nicht nur nicht vom natürlichen Zuge unterstützt, sondern mufs ihm noch entgegenarbeiten. Das bedeutet einen unwirtschaftlichen Arbeitsaufwand und wird, falls das Problem der Rückwärtsfahrt zufriedenstellend gelöst wird, zu neuen Kühlerformen führen.

(Forts. folgt.)

1 E-Heifsdampf-Zweizylinder-Verbundlokomotive der österreichischen Bundesbahnen.

Von Ing. **J. Rihosek**, Wien.

Hierzu Abb. 1 bis 10 auf Tafel 1.

Die erste dauernd erfolgreiche Verbesserung der Dampflokomotive hinsichtlich Leistung und Wirtschaftlichkeit ist zweifellos die Einführung der Verbundanordnung bei der Lokomotivdampfmaschine gewesen. Die Anwendung der Vorwärmung des Kesselspeisewassers im Tender, durch Einleitung von Abdampf in den fünfziger Jahren, z. B. nach den Angaben Kirchwegers und Rohrbecks hat zwar die Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven bedeutend gehoben, doch verschwand diese Anordnung bald nach dem Siegeszug der Dampfstrahlpumpe, die die Fahrpumpen vollständig verdrängte. Die Strahlpumpe war nicht befähigt, warmes Wasser anzusaugen; hiermit schwand die Möglichkeit, stark vorgewärmtes Tenderwasser in den Kessel zu drücken.

Die Anwendung der zweistufigen Dehnung bei der Lokomotivdampfmaschine dagegen, fing nach anfänglichen schüchternen Versuchen etwa zu Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts an, bei den Eisenbahnen der ganzen Welt Fufs zu fassen. An die Einführung und Vervollkommnung der Verbundlokomotive erinnern Namen hervorragender Techniker wie Mallet, v. Borries, Gölsdorf, Lindner, de Glehn, Vauclain, Webb, Wordell, Plancher und viele andere*).

Die Verbundanordnung umfafste Zwei- Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven. Als durch Schmidt der Heifsdampf die Dampflokomotive zu beherrschen begann, verliefsen viele Bahnverwaltungen die Zweizylinder-Verbundlokomotive und wandten sich wieder der Zwillingslokomotive, jedoch mit Heifsdampfwirkung zu, da die einfachere Zwillingslokomotive durch Anwendung des Heifsdampfes in der Wirtschaftlichkeit der Nafsdampf-Verbundlokomotive nicht nur nicht nachstand, sondern sie manchenorts sogar überbot. Auch die vielfach bei den Zweizylinder-Verbundlokomotiven angewendeten sehr vielteiligen und verwickelten Anfahrvorrichtungen förderten die Rückkehr zur Zwillingslokomotive. Doch die Anwendung des Heifsdampfes bei der Zweizylinder-Verbundlokomotive war geeignet, diese noch wirtschaftlicher im Betriebe zu machen. Manche Bahnverwaltungen wie z. B. die österreichischen Staatsbahnen bauten noch lange Zeit neben Zweizylinder-Heifsdampflokomotiven mit einfacher Dehnung auch Zweizylinder-Heifsdampf- u. Nafsdampf-Verbundlokomotiven weiter, die sich im Betriebe sehr wirtschaftlich erwiesen**).

Im allgemeinen behauptete sich die Verbundwirkung jedoch nur bei der Vierzylinderanordnung weiter, wobei ihr die Anwendung überhitzten Dampfes sehr zu statten kam. Versuche mit Vierling- und Drilling-Heifsdampflokomotiven führten bei manchen Bahnen wieder zur Rückkehr zur Verbundlokomotive.

*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1896. Heft Nr. 1. Brückmann: „Die Entwicklung der Verbundlokomotiven".

**) Siehe Monatsschrift für den öffentlichen Baudienst. Wien 1921, Heft 5, Dr. Sanzin: „Versuche mit Lokomotiven der österr. Staatsbahnen".

In den heutigen sehr schwierigen Zeitläuften, die die Eisenbahnverwaltungen zwingen, an Betriebsstoffen sehr zu sparen, wäre meines Erachtens wieder die Zeit gekommen, der Zweizylinder-Verbundlokomotive mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Durch die sich immer mehr verbreitende Anwendung der Kesselspeisewasservorwärmung hat die Wirtschaftlichkeit des Dampferzeugers, unter Hebung seines Wirkungsgrades sehr gewonnen; für die Hebung des Wirkungsgrades der Lokomotivdampfmaschine ist die Anwendung der zweistufigen Dehnung jedenfalls das geeignetste Mittel.

Die österreichische Bundesbahnverwaltung hat aus diesen Erwägungen bei der letzten grofsen, 99 Lokomotiven umfassenden Bestellung von 1 E-Grofsgüterzuglokomotiven 27 Stück von der Wiener Neustädter Lokomotivfabrik wieder als Heifsdampf-Zweizylinder-Verbundlokomotiven, Reihe 181 (Textabbildung und Abb. 1 bis 3 auf Tafel 1), bauen lassen. Die übrigen 72 Stück Heifsdampf-Zwillingslokomotiven Reihe 81, erhielten verschiedene Einrichtungen**). Die Lokomotive Nr. 81.02 bis 81.55 geliefert von den Lokomotivfabriken Floridsdorf, Wiener Neustadt und Krauss & Co., Linz erhielten Kolbenschieber mit schmalen Ringen, davon wurden 5 Stück Nr. 81.17, 81.20, 81.22, 81.24 und 81.31 mit einem Abgas-Speisewasservorwärmer*) ausgerüstet, eine Lokomotive Nr. 81.23 bekam den Abdampf-Injektor von Davies & Metcalfe, zwei Lokomotiven Nr. 81.51 und 81.52 die Fahrpumpe Bauart »Dabeg«.

Eine andere Gruppe der Zwillingslokomotiven Nr. 81.400 bis 81.415, gebaut von der Fabrik der Staatseisenbahngesellschaft und Nr. 81.450 bis 81.451, geliefert von der Lokomotivfabrik Floridsdorf erhielt die Lentz-Ventilsteuerung mit wagrechter Anordnung. Bei der ersten Gruppe ist die Steuerung nach der Regelausführung Lentz mit unmittelbarem Antrieb von den Nocken, bei der zweiten Gruppe ist zwischen Ventilspindel und Antriebsnocke ein Zwischenhebel eingeschaltet. Ferner sind die Lokomotiven 81.406 bis 81.415 mit der Fahrpumpe Bauart »Dabeg«, Lokomotive Nr. 81.450 mit dem Abgas-Vorwärmer und schliefslich Lokomotive Nr. 81.412 bis 81.415 überdies mit dem Schmidtschen Kleinrohrüberhitzer ausgerüstet.

Alle diese Einrichtungen, einschliefslich der Verbundanordnung, geben für Vergleichsversuche reiche Auswahl.

Es ist selbstverständlich möglich, die Abdampf- nnd Abgasvorwärmung auch bei der Verbundlokomotive anzuwenden. Für die Abgasvorwärmung ist die Rauchkammer der Verbundlokomotive nach vorn verlängert und mit den für eine künftige Einschiebung des Abgasvorwärmers notwendigen Schlitzen versehen, wie aus den Abbildungen ersichtlich. Der Kessel ist

*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1921, Heft Nr. 38.

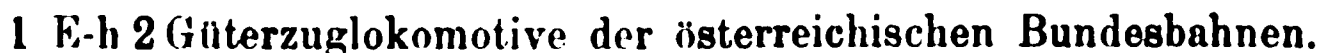
**) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1924, Heft Nr. 10.

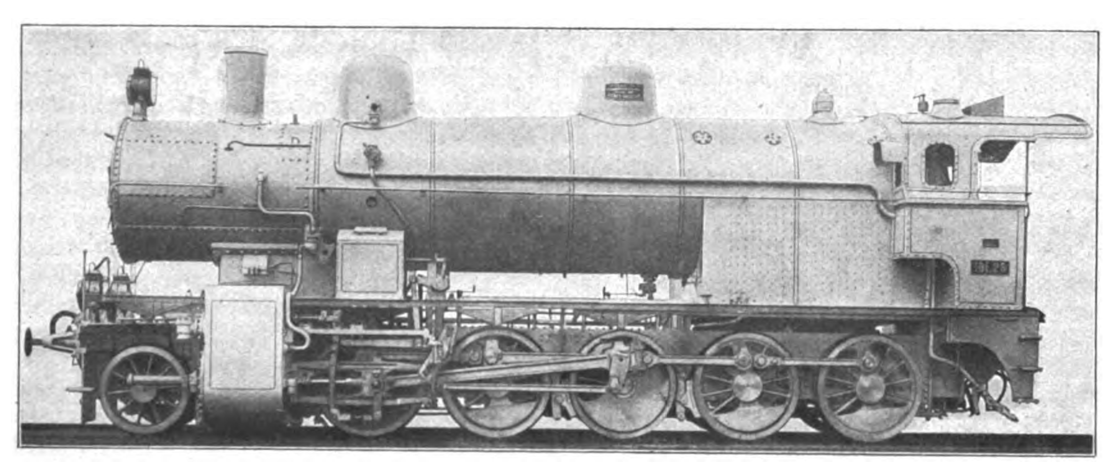


mit jenem der Zwillingslokomotiven vollkommen gleich, nur ist bei den Verbundlokomotiven die Dampfspannung 16 at gegen 15 bei den Zwillingslokomotiven. An den Stehkessel mit runder Decke, senkrechten Seitenwänden und kupferner Feuerbüchse, schliefst sich der aus drei Schüssen bestehende Rundkessel an. Der mittlere Schufs ist kegelförmig, geht von einem lichten Durchmesser von 1800 mm hinten auf einen solchen von 1660 mm vorn über. Die Stehbolzenteilung an den Stehkesselseitenwänden ist nach Vorschlag des ehemaligen Chefkonstrukteurs der Wiener Neustädter Lokomotivfabrik Dr.-Ing. Ritter, so ausgemittelt, dafs die Stehbolzen in den Reihen überall in gleicher Anzahl ohne Stufen durchlaufen, so dafs jedes von vier Stehbolzen begrenztes Feld ungefähr gleichen Flächeninhalt hat. In den wagrechten Reihen wird die Stehbolzenteilung von vorne nach hinten immer gröfser, so dafs die Felder vorne stehende, in der Mitte quadratische, hinten liegende Vierecke bilden. Die Stehbolzen bestehen aus gelochtem Stangenkupfer. Die Deckenanker sind in den zwei äufsersten Reihen rechts und links, oben und unten, zum Anzeigen von Brüchen angebohrt. An der Rohrwand sind Überlegeisen, die sich vorne an den Rohrwandumbug, hinten auf die erste Deckenankerreihe stützen, angeordnet. Beiläufig oberhalb der Mitte der Feuerbüchsdecke sitzen zwei Vierzoll-»Pop«-Sicherheitsventile.

In der Feuerbüchse mit Webbschen Türring ist das Feuergewölbe, Bauart Madeyski, angeordnet, welches bekanntlich aus zwei von der Rohrwand zur Türwand führenden Wasserrohren und zwischen denselben aufgebautem Gewölbe aus feuerfesten Steinen besteht. Der Rost hat ein kippbares Feld nach Bauart Reszny. Der Aschkasten hat aufser zweien vom Führerhaus aus zu betätigenden Luftklappen eine Putzklappe am tiefsten Punkt, die durch einen an der linken Rahmenseite gelegenen Hebel bewegt wird.

Im Dampfdom sitzt ein Ventilregler Bauart Zara, der vordere Dom dient als Kesselsteinabscheider, die Druckrohre der beiden Stahlpumpen münden in diesen Dom und leiten das Wasser gegen ein Prallblech. Dieser Dom ist mit dem Langkessel verbunden, durch ein rechts gelegenes Loch von 100 mm Durchmesser im Domboden, an welches eine im vorderen Kesselschufs gelegene Rinne anschliefst, und durch ein Zweizollrohr, durch welches Dampf zum Dom Zutritt hat. Behufs Entfernung des in den Kessel in Schlammform gelangenden Kesselsteins sind fünf Abschlammschieber, nach Bauart Friedmann, angebracht und zwar zwei am Kesselbauch an den Auswaschflanschen, zwei am Stehkessel und einer links unterhalb des vorderen Domes, mit welchem er durch ein innen liegendes Rohr verbunden ist. Soll das Abschlammen des Kessels seinen Zweck erfüllen, dann mufs es täglich vor und nach jedem


1 E-h 2 Güterzuglokomotive der österreichischen Bundesbahnen.



Dienstabschnitt vorgenommen werden. Begonnen soll werden mit dem Abschlammen zuerst am vordersten Schieber und zuletzt am Stehkessel, um zu verhindern, dafs Kesselsteinschlamm aus dem Langkessel sich in den Stehkessel zieht. Durch das Abschlammen können die Zeiten zwischen dem Auswaschen bedeutend verlängert werden. So konnte in einem Heizhause die Vornahme des Auswaschens von je 14 Tagen auf je drei Monate verlängert werden, was natürlich grofse Ersparnisse mit sich bringt. Das beim Abschlammen entstehende heftige Geräusch kann fast ganz beseitigt werden, wenn an den Enden der an die Abschlammschieber angeschlossenen Rohre Töpfe, nach Bauart Günther, angebracht werden.

Der Kessel hat den Schmidtschen Grofsrohrüberhitzer mit 24 Elementen. Der Überhitzerkasten ist so durchgebildet, dafs immer zwei benachbarte Elemente eine gemeinsame Nafsdampf- und Heifsdampfkammer besitzen, dadurch ist die Zahl der Kammern auf die Hälfte verringert worden. In der Mitte trägt der Überhitzerkasten einen Krümmer, an den das zum Hochdruckzylinder führende Dampfrohr anschliefst.

Das Blasrohr ist fest und hat auswechselbare Mundstücke für vier verschiedene Durchmesser. Ein Teil der Lokomotiven hat einen Korbfunkenfänger, der andere den Funkenteller, Bauart Langer (s. Abb. 4 und 5, Taf. 1).

Der Kessel ist in vier Punkten unterstützt. Die Rauchkammer wird von dem Sattelstück getragen, den zweiten Kesselschufs stützt eine kräftige Rahmenverbindung in der Gegend des Führungsträgers, vorne beim Krebs und an der Feuerbüchshinterkante sind Blechpendelträger angeordnet.

Für die Speisung des Kessels sind vorgesehen zwei saugende Strahlpumpen, Bauart Friedmann, und zwar rechts eine solche Klasse R S T Nr. 9 mit im Kesselinnern liegenden Dampf- und Druckrohr (letzteres mündet, wie schon bemerkt wurde, in den vorderen Dom), links eine neuartige Doppelstrahlpumpe Klasse V mit Düsen von 6 bis 8 mm. Diese Doppelstrahlpumpe, aus zwei in einem Gehäuse zusammengebauten Strahlpumpen bestehend, hat ein gemeinsames Dampf-Saug- und Druckrohr. Das letztere führt aufsen am Rundkessel zu dem vorderen Dom (s. Textabbildung). Der Zweck dieser Doppelstrahlpumpe ist, ein ununterbrochenes Speisen, je nach dem Dampfverbrauch, zu ermöglichen. Die Düse von 6 mm liefert 85 l, die Düse von 8 mm 145 l, beide zusammen 230 l in der Minute. Die Dampfzuführung zu dieser Doppelstrahlpumpe wird durch einen Schieber, Bauart Neubauer, geregelt.

Bei den Lokomotiven Nr. 181.01 bis 181.22 sind versuchsweise noch angewendet worden: ein Doppelwasserstand, Bauart Klinger und ein Probierschieber, Bauart Friedmann.

Die Heiztür ist rund und doppelwandig aus Gufseisen, ihr Griff kann in zwei Nuten eingeklinkt werden, für die ganz offene Stellung und für eine Stellung, in welcher die Heiztür ganz wenig geöffnet bleibt, um Oberluft für die Rauchminderung einzulassen.

Der Rahmen besteht aus zwei 28 mm starken Rahmenplatten mit kräftigen Horizontal- und Vertikalverbindungen. Zwischen den Zylindern liegt ein aus Zylindergufs angefertigtes kräftiges Zwischenstück, oben mit Sattel für die Rauchkammer. Durch dieses Zwischenstück führen die Ein- und Ausströmrohre hindurch. Der Hochdruckzylinder von 620 mm Durchmesser besitzt einen Kolbenschieber mit schmalen Ringen, wobei die steuernden Endringe einen L-förmigen Querschnitt haben. Der Niederdruckzylinder, mit einem Durchmesser von 870 mm, hat einen Flachschieber aus Rotmetall, da es sich gezeigt hat, dafs Flachschieber auf der Niederdruckseite bei Heifsdampf-Zweizylinder-Verbundlokomotiven viel dichter bleiben als Kolbenschieber mit grofsen Durchmessern von etwa 400 mm. Das Zylinderraumverhältnis beträgt rund 1 : 2, was bei Anwendung des Heifsdampfes entsprechend ist. Die Unterbringung des grofsen Niederdruckzylinders in Achsmitte wäre in der Vereins-Umgrenzungslinie nicht möglich gewesen. In Österreich ist jedoch eine unten erweiterte Umgrenzungslinie zulässig, so dafs der Niederdruckzylinder innerhalb dieser Linie Platz findet. Der Verbinder, ein gufseisernes, zylindrisches Gefäfs, liegt hinter den Dampfzylindern und ist mit diesen durch Rohrkrümmer verbunden. Ein »Pop«-Sicherheitsventil von $1^1/_2$ Zoll verhindert einen zu hohen Druck im Verbinder. Jeder Dampfzylinder besitzt einen Druckausgleichkanal mit zylindrischem Hahn, der durch einen Zug von Hand umgestellt wird.

Als Anfahreinrichtung ist die bekannte Einrichtung von Gölsdorf gewählt, jedoch mit folgender Abänderung (Abb. 6, Taf. 1).

In dem von einer Nafsdampfkammer des Überhitzerkastens zum Niederdruckschieberkasten führenden Dampfrohr ist ein Rückschlagventil eingebaut, welches nur dann sich öffnet, wenn die Steuerung ganz ausgelegt ist. Die Betätigung erfolgt von der Steuerwelle aus durch einen Hebel und eine Stange, die eine Nockenscheibe bewegt. An diese legt sich ein Hebel, der mit seinem vorderen Ende auf die Spindel des Rückschlagventiles drückt. Aus der Zeichnung Abb. 6 Taf. 1 ist die Arbeitsweise zu entnehmen. Dieses Rückschlagventil verhindert somit, dafs Frischdampf bei Füllungen unter 80 % in den Niederdruckzylinder gelangt.

Die Heusinger-Steuerung rechts und links ist so ausgeführt, dafs folgende Füllungen auf der Hoch- und Niederdruckseite für die Vorwärtsfahrt zu einander gehören.

	Lok. Nr. 181.02 bis 181.22								Lok. Nr. 181.23 bis 181.27							
Hochdruck % . .	10	20	30	40	50	60	70	77	10	20	30	40	50	60	70	77
Niederdruck % .	23	42	54	63	72	78	84	87	13	29,5	44	56	66,5	75	83	86

Bei der ersten Lokomotive Nr. 181.01 wurde zum Zwecke der Ausmittlung des günstigsten Füllungsverhältnisses, welches am einfachsten durch Veränderung der Lage des oberen Lagerpunktes des Hängeeisens der Niederdruckseite zu ändern ist, der im Umsteuerungswellenhebel liegende Bolzen des Hängeeisens auf der linken Seite nach Abb. 7 ausgeführt. Infolge der aufsermittigen Lagerung dieses Bolzens rückt bei Verdrehung des Lagers der Aufhängepunkt des Hängeeisens nach oben oder unten und mit ihm wird der Kulissenstein gehoben oder gesenkt, die Niederdruckfüllung hierdurch verändert. Durch Indizierversuche wurde festgestellt, dafs das bei der ersten Lokomotivgruppe gewählte Füllungsverhältnis ungleiche Arbeitsverteilung auf beide Zylinder ergibt und zwar ist die Arbeit des Niederdruckzylinders kleiner als jene des Hochdruckzylinders*). Bei der zweiten Gruppe wurde daher auf der Niederdruckseite das Hängeeisen um 12 mm gekürzt, was die in obiger Zusammenstellung ersichtliche Füllungsänderung zur Folge hatte. Hierdurch wurde erreicht, dafs die Verteilung der Arbeit auf beide Seiten annähernd gleich ausfiel. Im Betriebe ist bezüglich Gangart und Kohlenverbrauch beider Lokomotivgruppen kein auffallender Unterschied wahrzunehmen.

Die Schmierung der Kolbenschieber und Stopfbüchsen erfolgt durch eine Schmierpumpe Bauart Friedmann, Klasse FS mit acht Ausläufen. Ferner ist für Kolben- und Schieberschmierstellen ein Ölzerstäuber angebracht. Die vorderen Kolben- und Schieberstangen laufen in Führungsbüchsen, an welche die Stangenenden umschliefsende Hülsen angeschraubt sind.

An den Dampfzylindern und Schieberkasten sind Luftsaugeventile angebracht.

Das Trieb- und Laufwerk ist vollkommen gleich mit jenem der Zwillingslokomotiven. Die vordere Laufachse ist gegenüber den Zwillingslokomotiven um 100 mm weiter nach vorne geschoben, um das Herausbringen des grofsen Niederdruckkolbens nicht zu behindern. Zum zwanglosen Durchlauf der Maschine durch Kurven von 180 m Halbmesser, ist die erste Achse nach Adams im Kreisbogen verschiebbar nach jeder Seite um 65 mm, die zweite Achse ist fest, die dritte Achse hat ein seitliches Spiel von je 26 mm, die vierte Achse (Treibachse) hat keinen Spurkranz (Radreifen 150 mm breit), die fünfte Achse ist ebenfalls fest, die sechste dagegen um je 26 mm seitlich verschiebbar. Der feste Radstand beträgt 4500 mm. Die Kuppelstangen haben an den Kuppelachsen Büchsenlager, an der Treibachse einen mit zwei Keilen nachstellbaren Kopf.

Um die Muttern der Achsstellkeile (Abb. 8—10 Taf. 1) leicht zugänglich zu machen, sind im Rahmenblech Öffnungen (Abb. 1 Taf. 1) ausgeführt worden. Ausgleichhebel sind vorgesehen, zwischen der ersten und zweiten Achse, der dritten, vierten, fünften und sechsten. Der vordere lange Ausgleichhebel hat als Drehpunkt eine Schneide.

Die Lokomotive ist ausgerüstet mit der selbsttätigen Saugluftbremse für den Zug und die Lokomotive, welche auf die drei festen Achsen mit einem Klotzdruck von 79 % des Achsdruckes dieser Achsen wirkt. Vom Gesamtgewicht der Lokomotive beträgt der Bremsdruck rund 41 %. Die Lokomotivbremse ist von der Zug- und Tenderbremse gesondert, sie wirkt nur bei Schnellbremsungen mit, kann jedoch auch vom Lokomotivführer unabhängig von der Zugbremse in Tätigkeit gesetzt werden. Die Bremsklötze werden durch ein Gehänge nach Engels-Gander immer in gleichem Abstand von den Radreifen gehalten. Die Lokomotive besitzt ferner die Einrichtung für die Zugbeheizung mit Dampf.

Die 27 Lokomotiven der Reihe 181 sind zum Teil auf Hügellandstrecken, zum Teil auf Gebirgsstrecken in Verwendung. Auf letzteren sind sie auch im schwersten Schnellzugdienst verwendet worden, wobei der bestehende Fahrplan an diese kleinräderigen Lokomotiven bezüglich Geschwindigkeit sehr grofse Anforderungen stellte. Auf Strecken mit 10 ‰ Steigung nehmen diese Lokomotiven ein Zuggewicht von 1000 Tonnen, auf 26 ‰ ein solches von 320 Tonnen und auf 31 ‰ noch von 250 Tonnen. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit im Kohlenverbrauch schneiden die Verbundlokomotiven gegenüber den Zwillingslokomotiven mit Kolbenschiebern, Reihe 81, sehr gut ab. Im längeren Dauerbetriebe hat eine Heizhausleitung 17 % Kohlenersparnis festgestellt, bei einer zweiten waren die Ersparnisse noch gröfser.

Durch die neuerliche Beschaffung und Verwendung von Zweizylinder-Verbundlokomotiven seitens der österreichischen Bundesbahnen, ist abermals der Beweis erbracht worden, dafs die zweistufige Dehnung ein sehr einfaches und sicheres Mittel ist, den Kohlenverbrauch der Dampflokomotive herabzudrücken. Bedingung hierfür ist nur, dafs die Lokomotiven in einem Dienst verwendet werden, für den sie beim Entwurf bestimmt wurden.

*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1902, Nr. 30. „Neue Steuerungen für Verbundlokomotiven.“

Die Hauptabmessungen dieser Lokomotive sind:

Rostfläche	4,46	qm
Feuerrohre	194	Stück
» äufserer Durchmesser	51	mm
Überhitzer-Rauchrohre	24	Stück
» » äufserer Durchmesser	133	mm
Wasserberührte Heizfläche der Feuerbüchse	15,50	qm
» » » Feuerrohre	146,10	»
» » » Rauchrohre	47,10	»
Dampfberührte Heizfläche des Überhitzers (feuerberührte) 39,60	(50,20)	»
Wasserberührte Heizfläche der Wasserrohre (Madeyski)	1,80	»
Gesamt-Heizfläche	250,10	»
Dampfspannung, Überdruck	16	at
Treibrad-Durchmesser im Laufkreise bei 50-mm-Radreifen	1258	mm
Laufrad-Durchmesser im Laufkreise bei 50-mm-Radreifen	994	»
Zylinder, Durchmesser, Hochdruck	620	»
» » Niederdruck	870	»
» Kolbenhub	632	»
Steuerung, Heusinger v. Waldegg	—	mm
Hochdruck, Rohrschieber mit äufserer Einströmung, Durchmesser	250	»
Niederdruck, Flachschieber, lichte Länge	210	»
» » äufsere »	358	»
Exzenterhub	300	»
Schiebergesicht, Hochdruck, Einströmkanal, weit	45	»
Schiebergesicht, Hochdruck, innere Überdeckung	— 5	»
Schiebergesicht, Hochdruck, äufsere Überdeckung	44	»
Schiebergesicht, Niederdruck, Einströmkanal, weit	40	»
Schiebergesicht, Niederdruck, innere Überdeckung	0	»
Schiebergesicht, Niederdruck, äufsere Überdeckung	34	»
Gewicht, leer	72,70	t
» ausgerüstet: 1. Achse	11,00	»
» » 2. bis 6. Achse je	14,00	»
» » gesamt	81,00	»
Höchstgeschwindigkeit	60	km/Std.

Die Sahara-Eisenbahn. Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Unternehmens.

Von Geh. Oberbaurat a. D. Prof. **F. Baltzer.**

Der Plan der Sahara-Eisenbahn hat eine lange wechselvolle Vorgeschichte. Je mehr der Ausbau des grofsen französischen Kolonialreiches in Afrika seiner Vollendung entgegenging, desto mehr befestigte sich der Plan, die gewaltigen Ländermassen von Französisch-Westafrika und Äquatorialafrika durch eine die menschenleere Wüste Sahara von Nord nach Süd durchquerende Eisenbahn mit den nordafrikanischen Besitzungen von Algier und Tunis zu verbinden. Der Gedanke wurde allmählich zu einem Lieblingswunsch der Franzosen; für seine Erfüllung sind seit Jahrzehnten Ströme von Tinte geflossen, unglaubliche Mengen Druckerschwärze aufgewendet worden, eine ganze Literatur ist über diese Frage entstanden. Schon 1868 hatte Prevost-Paradol ausgesprochen, es sei für das europäische Frankreich bei dem unaufhaltsamen Geburtenrückgang unerläfslich, sich durch ein afrikanisches Frankreich zu verdoppeln; diese Hilfe könne aber bei den Bedürfnissen und Zielen der heutigen Zivilisation nur wirksam sein, wenn sie auf machtvollen und wirksamen Verkehrsmitteln beruhe.

Die erste Anregung zu einer Schienenverbindung von Algier mit dem französischen Sudan gab 1879 der Ingenieur Duponchel*), wobei er den Sudan als das künftige »Französische Indien« bezeichnete, das von Paris aus in fünf bis sechs Tagen erreichbar gemacht werden müsse. Der französische Minister Freycinet, der gerade sein umfassendes Programm für die Ausführung öffentlicher Arbeiten aufgestellt hatte, erkannte die Bedeutung des Planes und rief zu seiner Bearbeitung einen besonderen Ausschufs, die »Commission Supérieure du Transsaharien« ins Leben. Dieser Ausschufs untersuchte alsbald zwei Bahntrassen, die eine östlich, die andre westlich des mittleren Gebirgsstocks der Sahara, und veranlafste die Ausrüstung und Entsendung von vier getrennten Erkundungsgruppen, die unter Choisy, Poujanne, Soleillet und Flatters im Jahre 1880 die verschiedenen Trassen bereisten; sie hatten zum Teil recht bescheidene Erfolge infolge des Widerstandes der kriegerischen Eingeborenen. Als aber Oberstleutnant Flatters im folgenden Jahr seinen Versuch wiederholte, wurde er am 16. Februar 1881 südlich des Gebirgs von Ahaggar bei Tadjenut, unmittelbar am Wendekreise, mit seinen sämtlichen europäischen Begleitern ermordet. Er wurde das Opfer der gefährlichen Wahnvorstellung von der »friedlichen Durchdringung«. Dieser verhängnisvolle Fehlschlag entmutigte für geraume Zeit Regierung wie Interessenten und tat dem Plane erheblichen Abbruch, wie sehr auch Rolland und Leroy-Beaulieu in Wort und Schrift für ihn eintraten. Erst nach Verlauf weiterer zwanzig Jahre, als nach der Einnahme von Insalah und Igli und der erfolgreichen Unternehmung Foureau-Lamy, Oberst Laperrine die Sahara endgültig erobert und befriedet hatte — 1904 —, wurde der Plan der Sahara-Eisenbahn mit verdoppeltem Eifer wieder aufgenommen. Es entstanden nun zahlreiche Entwürfe und Vorschläge für die Linienführung und viele Städte von Algier und Tunis wetteiferten um den Vorzug, Ausgangspunkt der Bahn zu werden. Die Linien entspringen in Oran oder Algier, Biserta, Tunis, Gabes, Bugrara oder Tripolis und endigen am Scheitel des grofsen Nigerbogens bei Timbuktu oder Gao, Ansongo oder bei Ngigmi am Tschadsee oder zwischen diesem und dem Niger bei Sinder oder Kano. Noch vor dem Weltkriege gewann besonders ein neuer Plan des »Transafricain« nach dem Vorschlage von André Berthelot greifbare Gestalt und wurde im Saharagebiet 1912 durch den Hauptmann Nieger erkundet. Die Linie führt, wie die Übersichtskarte veranschaulicht, von Oran über Colomb Béchar durch die Täler von Saura und Adrar nach der Oase El Aulef, folgt dann dem Tale des Ued Tesaret und erreicht mit südöstlicher Richtung am Ausläufer des Haggargebirges die Oase und Wasserstelle Silet. Hier soll sich die Linie gabeln: der südöstliche Zweig soll die Hochfläche von Tuareg—Ahaggar — des Tanezruft — durchschneiden und über In Gezzam und Agadès den Tschadsee bei Ngigmi erreichen. Die südwestliche Linie dagegen soll über Wallen und Timiauin bei Tosaye zum Niger gelangen. Die Ergebnisse der Erkundung Niegers wurden weiterbearbeitet von der Studiengesellschaft des »Transafricain«.

Während und nach dem Kriege lag die Verfolgung der Pläne im wesentlichen in den Händen des früheren Deputierten von Oran, Sabatier, des Obersten Godefroy, des Erbauers der Eisenbahn Biskra—Tuggurt, und des Ingenieurs Fontaneilles. Inzwischen wurden die Pläne emsig gefördert und der Reife nähergebracht durch die unablässige,

*) Duponchel, Le chemin de fer Transsaharien, jonction coloniale entre l'Algérie et le Soudan, Paris 1879, Libr. Hachette.

stille Arbeit von Ingenieuren und Offizieren des Saharagebiets, welche die einzelnen Trassen wiederholt bereisten. Die Angelegenheit trat aber in ein neues, entscheidendes Statium dadurch, dafs die Regierung ihre Bearbeitung dem Studienausschufs des Hohen Rats der Landesverteidigung (Conseil Supérieur de la Défense Nationale) in Paris übertrug, der vermöge seiner Zusammensetzung aus Mitarbeitern in allen beteiligten Ministerien vorzugsweise berufen schien, einen so wichtigen Plan zu begutachten, dessen Verwirklichung durch die inzwischen hervorgetretenen »Notwendigkeiten der Landesverteidigung« begründet werden konnte. Die Arbeit des Studienausschusses fand zunächst ihren Abschlufs in einem Gutachten vom Januar 1923, in dem für die Sahara-Eisenbahn folgende Ziele aufgestellt waren: Möglichst innige Zusammenschweifsung (Soudure) aller französischen Besitzungen in Afrika durch Sicherung wirksamster Verkehrsbeziehungen im Frieden; in Kriegszeiten möglichst unzerstörbare Verbindung des Mutterlandes mit dem Quellgebiet aller Hilfsmittel in seinen französischen Besitzungen in Afrika, so dafs das Mutterland jederzeit seinen Einflufs auf die Gesamtheit seiner Kolonien in Afrika geltend machen und deren Kräfte wirksam zusammenfassen kann.

Dementsprechend soll die Trasse der Bahn nunmehr folgende Bedingungen erfüllen:

1. Ausgangspunkt in Französisch-Westafrika möglichst im Schwerpunkte der auszubeutenden Gebiete, sowohl bezüglich Aushebung der schwarzen Soldaten und Arbeiter als auch bezüglich Ausbeutung der Bodenerzeugnisse aller Art.

2. Endpunkt in Nordafrika am Mittelländischen Meer möglichst nahe dem Mutterlande, bedient durch leistungsfähige Häfen, die in Kriegszeit dem Seetransport nach Frankreich möglichste Sicherheit gewähren.

3. Die Linie soll möglichst unzerstörbar sein, also entfernt liegen vom Meer und solchen Gebieten, die französischem Einflusse entzogen sind.

4. Die Bahn soll möglichst kurz sein, um die Fahrtdauer abzukürzen und möglichst niedrige Bau- und Betriebskosten zu erzielen.



Eisenbahn mit Vollspur
Eisenbahn mit Schmalspur (1,067 m 1,05 m; 1,00 m)
Eisenbahn im Bau oder geplant
Vorgeschlagene Linie der Sahara-Eisenbahn

5. Sie soll ferner eine Verlängerung zum Tschadsee und Kongo ermöglichen unter günstigen Bedingungen für Landesverteidigung und allgemeine Wirtschaft.

Der Studienausschufs hat sich nun in seinem Gutachten, wie die Zeitschrift L'Afrique française in einer ausführlichen Veröffentlichung ihres Septemberhefts 1923 mitteilt, für die Verbindung von Oran mit dem Nigerbogen und weiter für die Wahl des Ausgangspunktes der Bahn in Wagadugu, des Endpunktes am Mittelmeer in Oran entschieden. Oran wird bedient durch die Häfen von Oran, Mers el Kebir und Arzew. Wagadugu, nördlich der Goldküstenkolonie, im Schwerpunkt der Bevölkerung und Bodenschätze Französisch-Westafrikas gelegen, soll nach dem kolonialen Eisenbahn-Programm Sarraut's vom 12. April 1921*) durch eine in westlicher Richtung auf Diulasso zu führende Stichbahn an die nach Norden zu verlängernde Hauptbahn Abidjean—Buake der Kolonie Elfenbeinküste angeschlossen werden, so dafs damit für Wagadugu eine südwestlich gerichtete Schienenverbindung mit der Küste von Guinea entsteht.

Die vorgeschlagene Neubaulinie würde demgemäfs (vergl. Textabb. 1) in Ras el Ma—Crampel, südlich Oran, beginnen, über Colomb Béchar, Beni Abbès, Adrar, Taurirt, Wallen, Tessalit in südwestlicher Richtung nach Tosaye, östlich Timbuktu, zum Niger führen und von da südlich nach Dori und südwestlich nach Wagadugu gehen. Crampel ist mit Oran durch eine vollspurige Strecke der West-Algerischen Eisenbahn bereits verbunden. Die vorgesehene Verlängerung der Linie würde von Tosaye dem Nigerlaufe östlich bis Niamey folgen, den Tschadsee bei Ngigmi erreichen, östlich um ihn herum nach Fort Lamy, weiter das Tal des Schari aufwärts bis Fort Archambault führen und nahe der Grenze von Belgisch-Kongo in Bangui, dem französischen Flufshafen des Ubangi, endigen.

Für die militärische Sicherheit der Linie bestehen günstige Bedingungen, auch bietet die neuzeitliche Technik für die Überwachung und Befriedung unruhiger Gebiete ein vorzügliches Mittel in den Raupenschleppern, wie sie die Expedition Citroën-Kégresse kürzlich im Dezember 1922

*) Verkehrstechnische Woche 1922, Heft 49/50. Seite 505 u. 506 unter I, 3 und 7.

und Januar 1923 in der Sahara auf der Probefahrt Tuggurt—Timbuktu und zurück mit grofsem Erfolge angewendet hat. Diese Kraftwagen, kriegsmäfsig mit Maschinengewehren ausgerüstet, durchfahren mit eigener Kraft etwa 1200 km und können den Vorsprung von Räuberbanden leicht in wenigen Stunden einholen; sie bilden zweifellos ein sehr wirksames Hilfsmittel der Saharapolizei.

Durch Annahme einzelner Vergleichslinien von Godefroy und Fontaneilles wird die vorgeschlagene Linie voraussichtlich noch Verkürzungen erfahren.

Die Bahn soll in der europäischen Vollspur (von 1,44 m) hergestellt werden. Nach früheren Veröffentlichungen der Studiengesellschaft*) sollte wegen der Schwierigkeiten der Wasserbeschaffung — auch die Kohlen müfsten von Europa eingeführt werden — für die Zugförderung elektrischer Betrieb mit einphasigem Wechselstrom und 25 Perioden angewendet werden. Der Strom sollte in sieben Kraftwerken mit 70000 Volt Spannung erzeugt und in Unterstationen entlang der Linie auf eine Arbeitsspannung von 16500 Volt umgeformt werden. Nach der Mitteilung in L'Afrique française sollen dagegen jetzt Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren vorgesehen werden, die wenig Wasser verbrauchen und Pflanzenöl verbrennen, das im Lande hergestellt werden kann. Erst wenn der Verkehr gröfseren Umfang angenommen hat, würde elektrische Zugkraft einzuführen sein, die also als die Zugkraft der Zukunft zu gelten habe.

Bezüglich der Anlagekosten wird folgendes mitgeteilt: Gestehungskosten für das Kilometer Bahn Vorkriegspreis 100000, also heute etwa 300000, und einschliefslich der Zinsen während der Bauzeit 380000 Franken: dazu Kosten der Wasserbeschaffung im Wüstenbezirk 70000 Franken, im Ganzen also 450000 Franken für das Kilometer. Danach ergibt sich folgende Veranschlagung:

	Millionen Franken
1. Von Ras el Ma bis Colomb Béchar 400 km je 400000 Franken . . . . . =	160
2. von Colomb Béchar bis Tosaye 2279 km je 450000 Franken . . . . =	1025
3. von Tosaye bis Wagadugu 670 km je 320000 Franken . . . . =	215
zusammen:	1400 Millionen Franken.

Für die elektrische Streckenausrüstung mit 80000 Franken für das Kilometer würde später noch eine Ausgabe von rund 268 Millionen Franken hinzutreten und sich die Gesamtausgabe für die 3349 km lange Bahn auf rund 1700 Millionen Franken erhöhen, wenn der elektrische Betrieb von vornherein zur Anwendung gelangt. Diese Gesamtsumme würde keinenfalls überschritten werden; sie würde sich auf Frankreich, Algerien und Französisch-Westafrika verteilen.

Hinsichtlich der Rentabilität des Unternehmens nimmt das Gutachten nicht an, dafs der Wettbewerb der Schiffahrt das Erträgnis der Bahn beeinträchtigen werde; denn der Saharaweg sei kürzer und biete einen Gewinn von sieben Tagen; er sei billiger für den Reisenden, der im Schlafwagen 2979 Franken bezahlen werde, während er jetzt auf dem Seeweg von Paris nach Wagadugu 3166 Franken zahle. Die Ware habe bei Verfrachtung in Wagadugu über die Saharabahn einen Vorteil von 115 Franken die Tonne gegen den Seeweg; bei Verfrachtung in Tosaye aber betrage die Fracht über den Landweg 489 Franken gegen 613 auf dem Seeweg. Der voraussichtliche Betriebsüberschufs beruht auf einer geschätzten kilometrischen Roheinnahme von 70000 Franken bei einer kilometrischen Betriebsausgabe von 21000 Franken. Unter Berücksichtigung aller sonstigen Lasten soll sich der jährliche Fehlbetrag des Unternehmens auf nur 70 Millionen Franken belaufen, die zwischen Frankreich, Algerien und Französisch-Westafrika zu teilen wären. Es soll, ähnlich wie in Marokko geschehen, für Bau und Betrieb der Bahn eine Konzession an eine Gesellschaftsgruppe erteilt werden, für die in erster Linie die französischen Gesellschaften der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und der Südbahn in Betracht kommen.

Auf Grund dieses Gutachtens hat der hohe Rat der Landesverteidigung nunmehr in seiner Sitzung vom 11. Juni 1923 die Herstellung der Sahara-Eisenbahn nach der vorgeschlagenen Trasse als »eine Notwendigkeit« anerkannt und zu dringlicher Ausführung empfohlen. Damit ist also für das Unternehmen in seinem ganzen Umfange von der mafsgebenden Behörde ein amtliches Programm aufgestellt und man darf auf den nunmehr entbrennenden Kampf der Interessenten in Parlament und Öffentlichkeit gespannt sein. Dem siegestrunkenen französischen Imperialismus von Heute genügen für die Verwirklichung des Unternehmens die politischen und strategisch-militärischen Gründe um so mehr, je weniger sich ein wirtschaftliches Bedürfnis für die Bahn nachweisen und die finanzielle Berechtigung so hoher Aufwendungen glaubhaft machen läfst. Vereinzelte Warnungsstimmen bleiben wirkungslos. In der Sitzung der Société d'Économie Sociale in Paris vom 1. Juni 1923 hatte die Transsaharabahn auf der Tagesordnung gestanden. Der Vizepräsident des Comité National du Rail Africain verbreitete sich in einem ausführlichen Vortrage über den Wert der Saharabahn, die Frankreich künftig von der Einfuhr ausländischer Rohstoffe und dem damit verbundenen Tribut an das Ausland befreien, das Mutterland von den ausländischen Märkten unabhängig und wirtschaftlich völlig selbständig machen werde. Oberst Monteil widersprach diesen Ausführungen mit dem Hinweis, dafs das Sahara-Unternehmen bei den ungeheuren Baukosten und bei den wegen des Mangels an Frachten wenig anssichtsvollen Transportmöglichkeiten, vor allem aber wegen des Wettbewerbs der westafrikanischen Handelshäfen nur zu einem Mifserfolg führen könne. Auch vom militärischen Standpunkte sei das Unternehmen wenig zu empfehlen, weil beschleunigte Truppenversendungen wegen der Unzulänglichkeit des Fahrzeugparks undurchführbar sein würden.

Im Weltkrieg wurden nach amtlichen Quellen — Senatsbericht im Économiste français vom 17. August 1918 — bis August 1918 nicht weniger als 680000 schwarze Soldaten und 238000 schwarze Arbeiter, zusammen 918000 Mann aus Afrika geholt und von Frankreich auf europäischen Kampfplätzen verwendet. Die Saharabahn wird es Frankreich ermöglichen, sich in der Zukunft in noch höherem Mafse auf diese Quelle zu stützen.

Wie die Dépêche Coloniale et Maritime vom 5. November 1923 meldet, sollte ein Geschwader von acht Flugzeugen zur Aufnahme und Erkundung des Geländes der ersten 600 km der Strecke Colomb Béchar-Taurirt am 15. November das Gebiet der Senia verlassen. Fünf Raupenschlepper sollen die Flugzeuge mit Lebensmitteln versehen und ihnen bei vorkommenden Unfällen Hilfe leisten. Die erforderlichen Ausrüstungsgegenstände und Betriebsstoffe sind in Colomb Béchar und Beni-Abbès bereitgestellt. Die Arbeiten sollen etwa fünf Monat dauern und später im Winter 1924/25 bis zum Niger hin fortgeführt werden.

*) Vergleiche Archiv für Eisenbahnwesen 1919, Die Sahara-Eisenbahn, S. 451.

Ersatz von Schmiedefeuern durch Flammöfen in Eisenbahnwerkstätten.

Von Oberregierungsbaurat **Georg Rau** †, München.

Hierzu Abb. 11 auf Taf. 1.

Einen nicht unbedeutenden Teil der in Eisenbahnwerkstätten ausgeführten Arbeiten stellen die Schmiedearbeiten dar. Um die Kosten des Schmiedens, die neben den Lohnkosten in hohem Maße aus den Brennstoffkosten gebildet werden, herabzusetzen, gehen die Eisenbahnwerkstätten von den bisher gebräuchlichen offenen Schmiedefeuern, wie sie früher fast allgemein in Schmieden verwendet wurden, zu vollkommeneren Einrichtungen über. Die in Eisenbahnwerkstätten bisher überwiegend gebrauchten offenen Schmiedefeuer nutzen den Brennstoff bekanntlich sehr schlecht, höchstens zu 1—1,5 %, aus. Sie haben außerdem den Nachteil der Rauchbelästigung, der durch besondere Einrichtungen begegnet werden muss.

In einem der neuzeitlichen Ofenbautechnik entsprechenden Flammofen kann das Eisen besser, gleichmäßiger und rascher erhitzt werden, als in einem offenen Feuer, weil der geschlossene Raum die Hitze viel besser zusammenhält und die Abgase des Brennstoffs, die keine unverbrannten Kohlenteilchen mehr enthalten, das zu erhitzende Eisen eng umspülen. Die Schlacken- und Zunderbildung auf dem erhitzten Eisen wird dadurch bedeutend geringer, besonders wenn man die Abgase im geschlossenen Schmiedeofen reduzierend wirken läßt. Man erreicht im Flammofen vollständige Entgasung und Vergasung der Brennstoffe und durch die weitgehende Regelungsmöglichkeit des Luftüberschusses eine vollkommenere Verbrennung. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der Regelung und gleichmäßigen Einstellung der Temperatur. Durch die hohe Temperatur der Abgase wird das Eisen außerdem auf viel höhere Wärmegrade erhitzt, als dies bei offenen Feuern möglich ist. Die den Abgasen beim Abzug noch innewohnende Wärme kann vorteilhaft zur Vorwärmung der Verbrennungsluft oder zu irgendwelchen anderen Erwärmungsvorgängen verwendet werden. Zur Dampferzeugung eignet sich die Abwärme jedoch weniger, weil die Menge der abziehenden Gase nicht groß ist und der Einbau eines Dampfkessels derartig hohe Kosten verlangt, daß die Wirtschaftlichkeit sehr in Frage gestellt ist. Durch die Vorwärmung der Verbrennungsluft erzielt man eine erhebliche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, so daß der Wirkungsgrad eines neueren Schmiedeofens mit Halbgasfeuerung und Wärmerückgewinnung durch Vorwärmung der Verbrennungsluft (Rekuperativsystem) 15 % und mehr betragen kann.

Neben der durch die erhöhte Ausnutzung des Brennstoffes sich ergebenden besseren Wirtschaftlichkeit des Schmiedens lassen sich noch bedeutende Zeitersparnisse bei der Fertigung erreichen, da die Erwärmung in viel kürzerer Zeit vor sich geht. Das Anfachen und Ingluthalten der Feuer durch die Schmiede entfällt, so daß diese viel mehr hochwertige Arbeit leisten können.

Den mannigfachen Vorteilen des Flammofens stehen als Nachteile gegenüber, daß der Ofen zu Schweißarbeiten nicht geeignet ist, daß eine stellenweise Erhitzung der Schmiedestücke unmöglich ist und daß sperrige Stücke nicht in den Ofen eingebracht werden können. Der letztere Nachteil wird in der Praxis dadurch abgeschwächt, daß man lange Stäbe, die nur an den Enden bearbeitet werden sollen, z. B. Treibstangen, Steuerungsstangen usw., aus der Arbeitstüre herausragen läßt und die Öffnung mit Chamottesteinen möglichst verschließt. Die mit Hilfe des Flammofens nicht ausführbaren Arbeiten stellen nur einen geringen Teil der großen Zahl von Arbeiten dar, für die der Flammofen brauchbar ist. Im Eisenbahn-Ausbesserungswerk München werden, von den oben bezeichneten Arbeiten abgesehen, sämtliche Arten zu schmiedender Teile von Lokomotiven und Wagen in Flammöfen erhitzt, z. B. Kolbenstangen, Pufferteile, Schieberrahmen, Zughaken, und zwar besitzt das Werk einen größeren und einen kleineren. Durch den größeren der beiden Flammöfen wurden acht offene Schmiedefeuer ersetzt. Welche bedeutende Ersparnisse dadurch erzielt wurden, läßt sich aus der folgenden Gegenüberstellung ersehen:

	Früher:	Jetzt:
	8 offene Feuer	1 Flammofen von 2,5 . 1,5 m Herdfläche
Leistung in 8 Stunden:	1700 kg Eisen	5000 kg Eisen
Verbrauch in 8 Stunden:	1800 kg Schmiedekohlen	800 kg etwas billigere Kohle
Arbeiterzahl:	25 Schmiede	25 Schmiede

Um die gleiche Leistung von 5000 kg Ausbringung täglich mit offenem Schmiedefeuer zu erzielen, wären benötigt:

$25 \cdot \frac{5000}{1700} = 73$ Schmiede, also 48 Schmiede, d. i. 66 % weniger

und $\frac{1800 \cdot 5000}{1700} = 5300$ kg Kohlen, also 4500 kg Kohlen, d. i. 85 % weniger.

Bei den meist gebräuchlichen Rekuperativ-Schmiedeflammöfen ist der Generator oder Gaserzeuger angebaut. Wenn in sehr großen Schmieden eine größere Anzahl von Schmiedeöfen erforderlich ist, kann es von Vorteil sein, eine Zentralgaserzeugungsanlage zu wählen und das Gas den einzelnen Öfen durch Rohre zur Verbrennung zuzuleiten. Welche Einrichtung wirtschaftlicher ist, ob Schmiedeöfen mit angebautem Generator oder Schmiedeöfen mit zentraler Gaserzeugungsanlage, kann nicht von vorneherein bestimmt werden, sondern muß von Fall zu Fall untersucht und entschieden werden.

Eine Zentralgasanlage kann nur für ganz große Schmiedeöfen (Blockwärmeöfen) oder für eine größere Anzahl kleiner Öfen in Betracht kommen, oder auch dann, wenn nur geringwertige Brennstoffe vorhanden sind, da sich diese in den kleinen angebauten Generatoren nicht leicht vergasen lassen. Dagegen vergasen die großen zentralen Generatoren auch Brennstoffe von geringerer Qualität, z. B. Braunkohle, Braunkohlenbriketts, Torf mit nicht zu hohem Aschegehalt.

Bei den starken Erschütterungen, die durch die schweren Hämmer in Schmieden hervorgerufen werden, müssen natürlich die Rekuperatoren äußerst kräftig gebaut sein, um dauernd gasdicht zu bleiben. Eine geräumige Grube soll dem Rekuperator vorgelagert sein, damit von ihr aus die Kanäle jederzeit gereinigt werden können.

Offene Schmiedefeuer werden natürlich nie entbehrt werden können, besonders nicht beim Verschmieden von langen oder sperrigen Stücken. Nur für solche Ausnahmefälle werden sie noch zuzulassen sein, in der Regel aber werden sie bei großen Betrieben durch Rekuperativschmiedeflammöfen ersetzt werden müssen. Die in München verwendeten beiden Öfen haben sich sehr gut bewährt und könnten nicht mehr entbehrt werden. Ohne sie wäre eine Erweiterung der Schmiede und Vermehrung der Arbeiterzahl notwendig gewesen, um den gesteigerten Anforderungen entsprechen zu können.

Die Bauart der beim Eisenbahn-Ausbesserungswerk München verwendeten Ruppmann-Öfen zeigt Abb. 11 auf Tafel 1.

In einem dem Ofen vorgebauten Schrägrostgenerator wird das erforderliche Gas erzeugt und unter Zuführung hocherhitzter

Sekundärluft in dem vor der Feuerbrücke liegenden Gasbrenner (8) entzündet, wodurch sich im Herdraum (9) eine volle, lange Flamme von grofser Heizkraft entwickelt. Nachdem die Feuergase den Glühraum verlassen haben, gelangen sie in den Rekuperator (10).

Die Drosselung der Abgase wird durch einen eisenarmierten Schamotteschieber im Kanal der abziehenden Feuergase bewirkt. Am Krümmer des Windkastens (3) ist ein Anschlufs (4) für Dampf vorgesehen, durch welchen dem Gebläsewind trockener Dampf zugeführt wird.

Hundert Jahre Lokomotivbau.

Eine seltene Jubelfeier konnte im vergangenen Jahre (1923) die Lokomotivfabrik Robert Stephenson u. Co. in Newcastle upon Tyne begehen: sie konnte unter den Lokomotivfabriken der Welt als erste auf ein 100jähriges Bestehen zurückschauen. Die ersten Lokomotiven in allen Ländern, deren Eisenbahnnetz in die Anfänge des Eisenbahnwesens zurückreicht, sind zum gröfsten Teil aus dieser Fabrik hervorgegangen; auch die ersten deutschen Lokomotiven — so die Lokomotive »Adler« der Nürnberg-Fürther Eisenbahn — wurden von Robert Stephenson geliefert.

Von den Gründern der Fabrik weilt heute keiner mehr unter den Lebenden; ihre Werke und ihre Gedanken jedoch, die das Eisenbahnzeitalter damit begründen halfen, wirken noch heute weiter.

Die Gedenkfeier gab der Firma Veranlassung zur Herausgabe eines Buches, das den Titel trägt: »A Century of Locomotive Building by Robert Stephenson & Co.«. Wir entnehmen daraus, dafs am 23. Juni 1823 vier Männer zusammentraten und unter dem Namen »Robert Stephenson & Co.« eine Fabrik gründeten, bei welcher technisches Genie, vertreten durch George Stephenson und seinen Sohn Robert, und finanzieller Wagemut und Weitblick in gedeihlicher Weise zusammenwirkten, so dafs das Unternehmen im Laufe der Zeit immer mehr erstarken konnte.

Die ersten Anfänge der Fabrikanlagen waren sehr bescheiden. Es wurde ein Grundstück an der Ostseite der South Street, Ecke Forth Street in Newcastle erworben und eine kleine Werkstätte erstellt. Die ganze Ausrüstung bestand anfänglich aus einem Paar Schmiedeblasbälgen, einigen Ambossen, Schraubstöcken usw. nebst 3 Drehbänken. Im Jahre 1825 wurde die Errichtung einer eigenen Giefserei beschlossen, um Zylinder für die Dampfmaschinen und Lokomotiven und andere Gufsstücke in der eigenen Werkstätte herstellen zu können. Im Jahre 1837 war aber noch nicht einmal ein Hebekran vorhanden, obwohl die Fabrik um diese Zeit schon als gröfste Lokomotivfabrik der Welt betrachtet wurde.

George Stephenson wurde im Jahre 1781 als Sohn eines Kohlenarbeiters in Wylamon-Tyne in Northumberland geboren. Schon im Alter von 8 Jahren mufste er Feldarbeiten verrichten, mit 14 bis 15 Jahren wurde er Hilfsheizer in einer Kohlengrube. Obwohl bis zum Alter von 18 Jahren des Lesens und Schreibens unkundig, zeigte sich schon in diesen jungen Jahren sein technischer Scharfblick: es gelang ihm eine Newcomen-Dampfmaschine erheblich zu verbessern, woraufhin er sofort in eine leitende technische Stellung berufen wurde. Mit 22 Lebensjahren (1803) wurde er leitender Ingenieur in den Killingworth-Kohlengruben. Er bekleidete diese Stellung bis zum Jahre 1813, dehnte späterhin sein Arbeitsgebiet auf benachbarte Gruben aus, indem er in weitem Umkreise neue Schienenbahnen für Pferde- oder Seilbetrieb baute und an bestehenden Anlagen Verbesserungen durchführte. Seit 1814 begann George Stephenson sich mit dem Bau von Dampflokomotiven zu befassen, nachdem vorher schon mehrfach von anderer Seite Versuche mit dem Bau von Dampfwagen oder Lokomotiven gemacht worden waren. Besondere Erwähnung verdienen hier die Versuche von Richard Trevithick, der schon 1804 damit begonnen hatte und der bereits den Abdampf der Hochdruckdampfmaschinen in den Schornstein leitete und zum Anfachen des Feuers benützte. Auch hatte Trevithick bereits erkannt, dafs besondere Mittel zur Erhöhung der Reibung der Räder auf den Schienen nicht erforderlich waren. Trevithick führte die Versuche jedoch nicht weiter; er wendete sich anderen Arbeitsgebieten zu und wanderte 1814 nach Peru aus. Auch verschiedene andere Dampflokomotiven z. B. von Blenkinsop und Murray, von Hedley und anderen konnten sich nicht durchsetzen und den Pferde- oder Seibetrieb auf den Grubenbahnen verdrängen.

George Stephenson baute auf der Grundlage von Trevithick und Hedley mit zäher Ausdauer und bestem Erfolge weiter. Die Mängel seiner eigenen Ausbildung veranlafsten ihn, seinem im Jahre 1803 geborenen Sohne Robert eine gründliche theoretische Ausbildung angedeihen zu lassen in der ausgesprochenen Absicht, ihn zu seinem Nachfolger bei der weiteren Ausarbeitung seines Lebenswerkes zu erziehen. Diesen Zweck hat er voll und ganz erreicht. Schon mit 20 Jahren wurde der junge Robert Stephenson als Leiter des neu gegründeten Unternehmens aufgestellt, das bestimmt war, unter seiner Führung Weltruf zu erlangen. Trotz des mit seiner Jugend verbundenen Mangels an Erfahrung genofs er das Vertrauen seiner geschäftstüchtigen Teilhaber in so reichem Mafse, dafs er im Jahre 1824 zu einer dreijährigen Reise in Bergwerksangelegenheiten nach Columbien entsandt wurde. Wie schon hieraus ersichtlich, beschränkte sich die Tätigkeit Robert Stephensons nicht lediglich auf Eisenbahn- oder Lokomotivbau; er hat insbesondere auch hervorragende Erfolge im Brückenbau aufzuweisen. Es würde zu weit führen, im einzelnen über die zahlreichen Verbesserungen zu berichten, die die beiden Stephenson an den ersten natürlich noch sehr unvollkommenen Lokomotiven vornahmen. Sie hatten einen harten Kampf auf dem Felde der Technik im Wettbewerb mit anderen Fabriken, die sich ebenfalls dem Lokomotivbau zugewendet hatten, zu bestehen. Bis zum Jahre 1829 hatte Stephenson 18 Lokomotiven gebaut; in dieses Jahr fällt ein entscheidender Erfolg des jungen Unternehmens: Der Sieg der von Stephenson erbauten Lokomotive »Rocket« in der sog. Lokomotivschlacht von Rainhill bei Liverpool. Die Versuchsstrecke von 2,4 km Länge mufste auf Grund eines Preisausschreibens 20 mal in beiden Richtungen befahren werden. Die beiden mitbewerbenden Lokomotiven »Sauspareil« von Hackworth und »Novelty« von Braithwaite und Ericsson wurden schon nach wenigen Fahrten unbrauchbar, während die »Rocket« die verlangten 96 km ohne jeden Schaden zurücklegte und mäfsigen Kohlen- und Wasserverbrauch zeigte.

Von nun an ging die Entwicklung der Dampflokomotive mit Riesenschritten vorwärts. Die beiden Stephenson genossen das seltene Glück, ihre Voraussagungen über die Entwicklung des neuen Verkehrsmittels in reichster Weise erfüllt zu sehen. George Stephenson konnte in einem reich mit Arbeit und Erfolgen gesegneten Leben das »eiserne Kind seiner Träume« heranwachsen und erstarken sehen, während sein Sohn die eisernen Pfade durch Berge und über Flüsse und Ströme führte. George Stephenson starb im Jahre 1848 in seinem 66. Lebensjahre; sein Sohn Robert folgte ihm 1859 im Tode nach und wurde auf Wunsch der englischen Nation in der Westminster-Abtei beigesetzt. Das von ihnen gegründete

Unternehmen blüht jedoch noch heutigentags weiter und weist auch im modernen Lokomotivbau die besten Erfolge auf. Das von der Firma herausgegebene Werk gibt einen weiten Überblick über die Entwicklung des Lokomotivbaues und bietet dem Forscher eine reiche Fundgrube bisher nicht veröffentlichter Dokumente. Pfl.

Aus amtlichen Nachrichten.

Sammlung von Werkstattszeichnungen.

Beim Eisenbahnzentralamt der D. R. B. ist eine Sammlung von Plänen und Gebäudezeichnungen der Haupt- und Nebenwerkstätten angelegt worden, die für die Reichsbahndirektionen bei Entwürfen und Neubauten zur Verfügung gehalten wird. Aufser den Gesamtlageplänen sind vorhanden: Lokomotiv- und Wagenrichthalle, Kesselschmiede, Giefserei, Schmiede, Radreifenwerkstätte, Dreherei, Holzbearbeitung und Lackiererei.

Die Zusammenstellung dieser Pläne bildet ein wertvolles Material, aus dem für Neuanlagen grofser Nutzen gezogen werden kann. Dieser Nutzen liefse sich vielleicht noch vergröfsern, wenn die praktischen Erfahrungen, die mit den einzelnen Anlagen gemacht wurden, zusammengetragen und das Material in kritischer Weise bearbeitet würde. Die Gestaltung der Anlagen ist freilich durch örtliche Verhältnisse beeinflufst, gleichwohl werden sich aber doch gewisse Richtlinien und Muster für den Bau neuer Werkstätten aus den bereits ausgeführten Anlagen entwickeln lassen.

Ähnliche Muster liefsen sich wohl auch für die Lokomotivbahnhöfe aufstellen (Bahnbetriebswerke, Heizhäuser), wofür ja der Ausschufs für Lokomotivbehandlungsanlagen bereits nützliche Vorarbeit geleistet hat.

All diese Arbeit trägt dazu bei, die Verwaltungsarbeit zu vermindern, Erfahrungen in breitestem Umfange zu verwerten und so stets vollkommenere Einrichtungen mit kleinstem Aufwand zu schaffen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Eisenbahn und Kraftwagen.

Vortrag von Oberregierungsrat Dr. Teubner im Verein für Eisenbahnkunde, Berlin.

(Verkehrstechn. Woche, 1924, Heft 1/2.)

Der Vortrag schildert einleitend die Entwicklung des Kraftwagenverkehrs und dessen Vorteile und behandelt dann die Einrichtung eines Kraftwagengüterverkehrs zwischen den Berliner Bahnhöfen. Seit April 1922 waren hier zunächst 12 Lastzugstrecken im Betrieb, die nach festen Fahrplänen Eilstückgüter von einem der Berliner Bahnhöfe zum andern beförderten; mit fortschreitender Verbesserung der Organisation konnte ihre Zahl auf 6 herabgedrückt werden. Zwischen den Fernbahnhöfen wird Durchgangseilgut und zwischen ihnen und den Innen- und Ringbahnhöfen wird das Eilstückgut jetzt statt auf der Eisenbahn auf der Strafse befördert. Es ergeben sich so 222 mit Kraftwagen bediente Verkehrsbeziehungen. Wege von 11 bis 30 km auf Schienen werden bis herab zu 3 km auf der Strafse abgekürzt; 2000 Eisenbahnwagenkilometer stehen 400 Lastzugkilometer gegenüber. Dadurch wird sehr erheblich an Eisenbahnbetriebsmitteln gespart. Der Kraftwagenverkehr wird von der Kraftverkehrsgesellschaft „Marken“ besorgt, die dabei als selbständiger Transport-Unternehmer auftritt.

Der gute Erfolg, der in Berlin mit dem Kraftwagen im Güterübergangsverkehr erzielt wurde, hat Anlafs gegeben, ihn auch im Nahverkehr zu erproben, der bekanntlich für die Eisenbahn unwirtschaftlich ist. Ein solcher Verkehr ist zwischen Berlin und Königswusterhausen eingerichtet worden, wo täglich 40 bis 50 t befördert werden. Die Lastzüge leisten täglich rund 220 km und ersparen 20 Eisenbahnwagen mit 690 Achskilometern. Beabsichtigt war, diesen Verkehr über Cottbus nach Dresden weiterzuführen, doch hat dieser Plan zunächst aufgegeben werden müssen, weil der Einbruch der Franzosen in das Ruhrgebiet die Kraftverkehrsgesellschaften vor andere Aufgaben stellte. Dort hat sich der Kraftwagen übrigens auch als Ersatz für die Eisenbahn als geeignet erwiesen; der Vortragende versprach, darüber noch gelegentlich zu berichten.

Beim Auftreten des Lastkraftwagens auf der Strafse wurde er zunächst von vielen Seiten als lästiger Wettbewerb für die Eisenbahn angesehen. Der Reichsverkehrsminister hat sich aber nicht auf den Kampf, sondern auf das Zusammenarbeiten zwischen Eisenbahn und Kraftwagen eingestellt. Er hat aber auch einen Studienausschufs berufen, der gemeinsam mit sonstigen Sachverständigen prüfen soll, wie dieses Zusammenarbeiten möglich und zweckmäfsig ist. Der Ausschufs wird wohl mittlerweile seine Arbeiten beendet haben; über das Ergebnis ist noch nichts bestimmtes bekannt, doch konnte der Vortragende bekanntgeben, dafs der Ausschufs einstimmig zu dem Ergebnis gelangt war, sich für das Zusammenarbeiten zwischen Kraftwagen und Eisenbahn auszusprechen.

Im zweiten Teil des Vortrags wurde ein Überblick über die einschlägigen Verhältnisse in den Ländern aufserhalb Deutschlands gegeben. An der Spitze steht hier Amerika. Dort wird der Stückgutverkehr im Zusammenhang mit der Eisenbahn namentlich in der Form gepflegt, dafs die Stückgüter in Behälter geladen werden, die auf den Kraftwagen aufgesetzt werden. Während das Fahrgestell mit dem Motor unterwegs ist, wird der Behälter be- und entladen, so dafs die Zeitverluste für den Motor durch das Warten während des Beladens vermieden werden. Stellenweise werden die Behälter auch im ganzen auf die Eisenbahnwagen übergehoben und umgekehrt. In England bemühen sich die Eisenbahnen schon seit geraumer Zeit, die Genehmigung zur Ausdehnung ihres Kraftwagenverkehrs zu erlangen. Die Kraftverkehrsunternehmen leisten diesen Bestrebungen heftigen Widerstand, und es scheint, als ob es ihnen gelungen wäre, den Angriff der Eisenbahnen auf ihr Verkehrsgebiet abzuschlagen; wenigstens liest man im englischen Fachschrifttum nichts mehr über diesen Gegenstand, der eine Zeitlang viele Spalten füllte. In Frankreich pflegt namentlich die Orléansbahn den Kraftwagenverkehr. In Italien werden grofse, gut befestigte Strafsen zur Förderung des Verkehrs mit Kraftwagen, namentlich im Norden des Landes, gebaut. In der Schweiz, in Holland, Dänemark und der Tschecho-Slowakei klagen die Eisenbahnen stark über den Wettbewerb des Kraftwagens.

Zahlenmäfsige Vergleiche zwischen den Kosten des Kraftwagenbetriebs und der Beförderung mit der Eisenbahn anzustellen, ist unter den heutigen Verhältnissen äufserst schwierig, wenn nicht unmöglich. Auch ist die Entwicklung in bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebs bei den Kraftwagen durchaus noch nicht abgeschlossen. Hier sind technische Verbesserungen noch möglich, zum Teil auch im Gange, so z. B. die Verwendung der billigeren Schweröle an Stelle der jetzt verwendeten Kraftstoffe. Es bedarf daher, sagte der Vortragende am Schlufs, noch unermüdlicher Tatkraft und Arbeit, um dem Kraftwagen seinen richtigen Platz im Verkehrswesen anzuweisen. Wernekke.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Eine neue schwedische Schwellenstopfmaschine.

Den bekannten zeitgemäfsen Bemühungen, die Bahnunterhaltung und dabei vor allem die Schwellenunterstopfung zu mechanisieren, dient auch eine mit Benzinmotor getriebene Schwellenstopfmaschine mit zwei Stopfwerkzeugen, die die A.-G. Hässleholms Verkstäder in Hässleholm auf den Markt gebracht und im In- und Auslande patentiert erhalten haben. In ihrer ersten Form war die Schwellenstopfmaschine auf den Schwellenenden aufgelegt und sollte mit Fortschreiten der

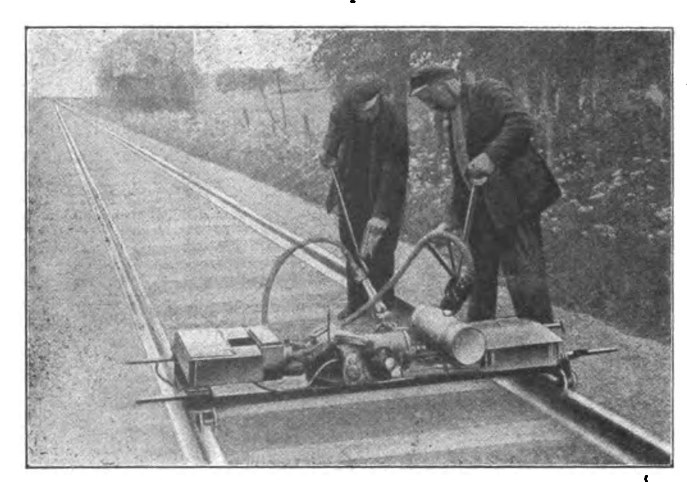
Arbeit verschoben werden. Sie war so niedrig gebaut, dafs sie bei Vorbeifahrt des Zuges liegen bleiben konnte. Sie hatte in dieser Form nur ein Schlagwerkzeug und es war für einen zweckmäfsigen Arbeitsbetrieb gedacht, immer zwei Vorrichtungen, je eine auf beiden Gleisseiten, anzuwenden. In der Ausübung stellte es sich jedoch heraus, dafs das Bedürfnis bestand, die Maschinen schneller vorwärts zu bewegen, als dies bei ihrer Aufstellung auf den Schwellenenden überhaupt möglich war, zumal wenn beim Durchregulieren einer Strecke mehrere Schienenlängen ausgelassen werden können. Man ging daher bei dieser ersten Form immer mehr dazu über, die Maschinen nebeneinander auf einem Rollwagen aufzustellen. Das brachte weiter auf den Gedanken, eine Maschine zu erbauen, die mit der Arbeitsleistung von zwei Einzelmaschinen möglichst leichte Verschiebbarkeit von und zum Gleis, sowohl längs des Gleises als auch seitwärts verbindet. Diese Vorrichtung hat sonach zwei Schlagwerkzeuge mit zugehörigen Schläuchen, durch einen einzigen Benzinmotor getrieben, vereinigt in sich die Arbeitsleistung von zwei einzelnen Maschinen bei bedeutend geringerem Benzinverbrauch und stellt sich infolgedessen sowohl in den Anschaffungs- als Betriebskosten wesentlich billiger. Die Maschine ist in der neuen Form mit vier Laufrädern versehen, so dafs sie bequem auf dem Gleis fortbewegt werden kann und sie liefs sich zugleich so leicht halten, dafs das Gewicht der ursprünglichen Einzelmaschine nur um weniges überschritten wird. Die beiden Arbeiter, die die Schlagwerkzeuge handhaben, können daher, ohne den Motor zum Stehen zu bringen, mit der gröfsten Leichtigkeit in einigen Sekunden vor Vorbeifahrt eines Zuges die Vorrichtung ausheben und sie ebenso schnell wieder einheben, so dafs dabei kaum mehr Zeitverlust als bei der früheren Aufstellung der Maschine auf den Schwellenenden eintritt. Der Vorteil, der dadurch erreicht wird, dafs die Vorrichtung leicht, schnell und bequem und ohne Erschütterung entlang dem Gleis fortbewegt werden kann, wobei die Schläuche bequem und handlich aufgelegt werden, wiegt unter allen Umständen diesen kleinen Zeitverlust mehrfach auf. Eine schnelle und bequeme Fortbewegungsmöglichkeit der Maschine hat sich nämlich bei wiederholter Maschinenstopfung auf der Strecke als nötig erwiesen, nachdem es sich unzweifelhaft herausstellte, dafs die Maschinenstopfung merklich solider ist als die Handstopfung. Nach einer Maschinenstopfung können im nächsten Jahre viele Schienenlängen ausgelassen werden, da sich das Schwellenlager unverändert gehalten hat. Der mittelbare Gewinn, den die Maschinenstopfung sonach mit sich bringt, hat sich als recht ansehnlich erwiesen und spielt in der unmittelbaren Arbeits- und Kostenersparnis der Schotterunterstopfung eine bemerkenswerte Rolle. Die Luftschläuche für die Schlagwerkzeuge gehen, wie den Abbildungen zu entnehmen ist, von der Mitte des Gestells aus. Der Motor und der Luftverdichter mit dessen Kolben die Schlagwerkzeuge im Gleichtakt arbeiten, hat reichliche Ausmafse und erzeugt eine kräftige Schlagwirkung. Bei jedem Schlagwerkzeug wird eine Stopfhaue für Kiessand und eine für Grus mitgeliefert. Das Gewicht der Maschine ohne Schlagwerkzeuge ist etwa 105 kg; die Schlagwerkzeuge mit Schlauch wiegen zusammen etwa 35 kg.

Bei einem viermonatlichen Versuch mit dieser Schwellenstopfmaschine im Sommer 1922 auf den schwedischen Staatsbahnen hat sich die Maschine gut bewährt. Sie war während dieser vier Monate, abgesehen von einigen kurzen Pausen für Reinigung und kleinere Ausbesserungen, ununterbrochen im Betrieb. Die wirtschaftlichen Vorteile gehen am besten aus den folgenden Vergleichszahlen, die sich aus der genannten Sommerprobe ergaben, hervor.

Das Stopfen von Hand wird am besten durch eine Rotte von fünf Mann (vier Arbeiter und ein Vorarbeiter) besorgt. In einer achtstündigen Tagschicht unterstopfen diese im Mittel 170 Stück Schwellen, d. i. 34 auf den Mann. Bei den Arbeitslöhnen der schwedischen Staatsbahnen macht das 25,3 Öre für jede unterstopfte Schwelle aus.

Die Maschinenstopfung erfolgt am besten durch eine Rotte von sechs Mann (fünf Arbeiter und ein Vorarbeiter). Bei dem obengeschilderten Versuch wurden von diesen sechs Mann im Mittel 360 Schwellen im Tag unterstopft, sonach im Mittel für den Mann und den Tag 60 Schwellen. Bei den gleichen Arbeitslöhnen macht das 14,3 Öre auf die unterstopfte Schwelle. Die Ersparnis macht also 11,2 Öre für die Schwelle oder 40,32 Kr. im Tage aus.

Schwellenstopfmaschine.



Der Maschinenbetrieb erforderte für den achtstündigen Arbeitstag 11 l Benzin und 0,7 l Öl. Doch kann hier noch eingespart werden. Bei einem Preis von 0,47 Kr. für 1 l Benzin und 1,1 Kr. für den Liter Öl machen die Betriebskosten für eine Schwelle 1,65 Öre oder 5,94 Kr. für den Tag aus.

Berechnet man Tilgung und Verzinsung der Maschine zu 1200 Kr. im Jahr und Unterhaltung und Transport hoch mit 800 Kr. im Jahr und schliefslich den Benzin- und Ölverbrauch bei 150 Arbeitstagen zu 900 Kr., so würden sich die Unkosten auf 2900 Kr. im Jahr belaufen. Die Maschine würde mit nicht geringem Überschufs schon in einem Arbeitsjahr sich bezahlt machen. Dr. Saller.

Verlegung und Unterhaltung von Gleisen mittels Maschinen.

(Le Génie civil 1923, Bd. 83, Nr. 20.)

Nach einem im Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer veröffentlichten in der oben angegebenen Zeitschrift besprochenen Aufsatz können mittels verschiedener elektrisch betriebener Maschinen rasch und vollständig Gleisarbeiten ausgeführt werden, ohne den Zugslauf zu behindern. Die planmäfsige Untersuchung der Gleise auf mechanischem Wege kommt nach der Quelle immer mehr in Anwendung. Auf Haupt- und Nebenbahnen wird sie je nach deren Bedeutung alle 2—5 Jahre vorgenommen, die Schwellenenden werden bis auf 20 cm innerhalb der Schienen freigelegt, um die Notwendigkeit der Schwellenerneuerung festzustellen. Das Festziehen der Schwellenschrauben erfolgt mit Maschinen. Das Krempen erfordert besondere Aufmerksamkeit. Anstelle von Krempern, die von Arbeitern gehandhabt werden, werden elektrische Gleisstopfmaschinen benützt. Dadurch wird der Schotter so fest und gleichmäfsig gekrempt, dafs sich das Gleis nach dem Krempen selten setzt und die Züge sofort wieder mit ihrer gewöhnlichen Geschwindigkeit fahren können.

Es sollen nun noch Versuche angestellt werden mit Bohrmaschinen zum Bohren der Schwellen, ferner mit dem Nachdechseln der Auflegestellen der Schwellen an Ort und Stelle auf maschinellem Wege, mit dem Abschneiden der Schienen und dem Auflockern des Schotters. Wa.

Lokomotiven und Wagen.

2 D 1 - h 3 Lokomotive der New-York Central-Bahn.

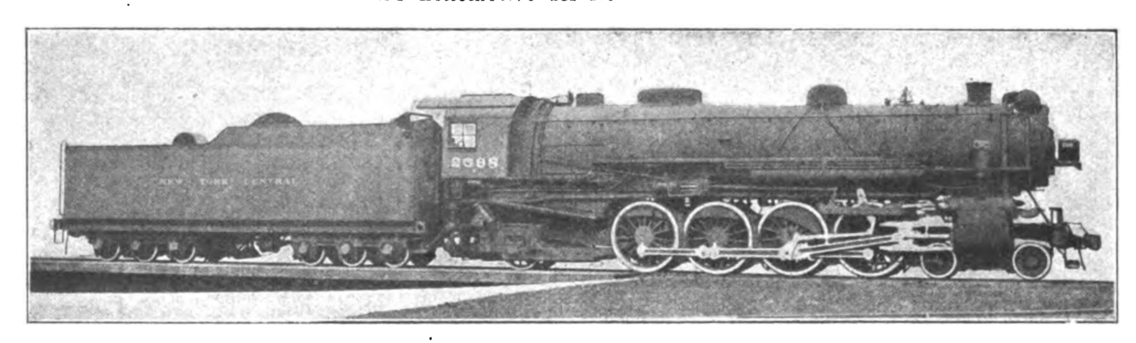
(Railway Age 1923, 2. Halbj., Nr. 18.)

Die von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft gebaute Lokomotive — die Quelle bezeichnet sie als Güterzuglokomotive, indessen dürfte ihre Bauart eher auf Verwendung im Personenverkehr hinweisen — soll als Versuchslokomotive mit gleichartigen Zwillingslokomotiven verglichen werden. Der Vergleich soll in erster Linie zeigen, ob die Drillingsbauart mit Anwendung gröfserer Dampfdehnung wirtschaftlicher arbeitet als die Zwillingslokomotive.

Aufserdem hofft man als Vorteile kleinere Lagerdrücke, ein gleichmäfsigeres Drehmoment und damit bessere Ausnützung der Reibung sowie günstigere Feueranfachung erzielen zu können.

Die beiden Aufsenzylinder liegen wagrecht, 50 mm über der Mitte der Kuppelachsen, der Innenzylinder ist unter 8° 30′ geneigt. Um für ihn Platz zu schaffen, ist die Rauchkammer ähnlich wie bei der P10 Lokomotive der Deutschen Reichsbahn etwas eingezogen. Der rechte und der mittlere Zylinder samt Schiebern bilden ein Gufsstück, das bis an die Innenfläche der linken Rahmenwange reicht; der linke Zylinder samt Schieber ist dort mit ihm verschraubt. Die Kropfachse ähnelt der deutschen Bauart; das Kurbellager hat 190 mm Durchmesser und 305 mm Länge und wird durch Bohrungen von aufsen her mit Fett geschmiert. Die Achslagerführungen erhalten Öl durch Rohre vom Laufblech aus. Bemerkenswert ist für Amerika die Ableitung der Bewegung des mittleren Schiebers von den äufseren Gestängen durch wagrecht angeordnete Übertragungshebel. Die drei Schieber von je 280 mm Durchmesser liegen in einer Ebene; die Übertragung ist, wie aus der Textabbildung ersichtlich, nicht hinter den Schiebern, sondern vor denselben angebracht. Diese Bauart scheint nicht besonders glücklich: sie ist in Preufsen bei der S10 Lokomotive seinerzeit wieder verlassen worden, weil dabei die Längenänderungen, die in den äufseren Schiebern infolge der hohen Dampftemperaturen auftreten, auf den inneren Schieber übertragen werden. Die Schleppachse hat besonderen Hilfsantrieb durch einen „Booster“. Der Kessel ist wegen des grofsen Zylinderinhalts gegenüber der Zwillingslokomotive vergröfsert worden und hat Schmidtschen Kleinrohrüberhitzer erhalten; von den 216 Rauchrohren sind 176 besetzt. Vor dem Schornstein ist ein Speisewasservorwärmer angeordnet. Der Tender hat einen Stahlgufs-Rahmen und ruht auf zwei dreiachsigen Drehgestellen.

2 D 1 - h 3 Lokomotive der New-York Centralbahn.



Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	14 at
Zylinderdurchmesser d (3 Zylinder)	635 mm
Kolbenhub h	711 „
Kesseldurchmesser innen vorn	2032 „
Feuerbüchse, Länge	2902 „
„ , Weite	2146 „
Rauchrohre, 216 Stück von 89 mm Durchm. u. 7595 mm Länge	
Heizfläche der Feuerbüchse	22,5 qm
„ „ Rohre	456,0 „
„ des Überhitzers	200,5 „
„ im Ganzen H	679,0 „
Rostfläche R	6,2 „
Durchmesser der Treibräder D	1753 mm
„ „ Laufräder vorn 838, hinten	1143 „
Achsstand der Kuppelachsen (fester Achsstand)	5486 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12370 „
„ „ „ „ (einschl. Tender)	25146 „
Reibungsgewicht G_1	109,5 t
Achsdruck des Drehgestells 30 t, der hinteren Laufachse	27,0 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	166,5 „
„ des Tenders	121,5 „
Vorrat an Wasser	57 cbm
„ „ Brennstoff	14,5 t
Zugkraft der Maschine nach der Quelle	29300 kg
„ des „Boosters“ „ „ „	5000 „
H : R =	109
H : G =	4,1 qm/t
$H : G_1$ =	6,2 „

R. D.

---

2 D 1 - h 2 Schnellzuglokomotive der Great Northernbahn.

(Railway Age, 1923, 2. Halbj. Nr. 23.)

In den letzten Jahren ist auf nordamerikanischen Bahnen im Schnellzugverkehr neben der weit verbreiteten 2 C 1 („Pacific“-) Lokomotive auch die 2 D 1 („Mountain-“)Bauart vielfach in Verwendung gekommen. Gegen Ende des Jahres 1923 hat auch die Great Northernbahn wieder 28 solche Lokomotiven beschafft, die von Baldwin in Philadelphia gebaut wurden und zu den schwersten Personen- und Schnellzuglokomotiven zu rechnen sind. Sie werden auf Gebirgs- und auch Flachlandstrecken bei ungünstigen Witterungsverhältnissen verwendet und sollen allmählich die bisher verwendeten 2 C 1 Lokomotiven ersetzen, um auf starken Steigungen Vorspannlokomotiven zu vermeiden. 18 Stück dieser Lokomotiven werden mit Öl gefeuert und im Felsengebirge und in den Cascadenbergen verwendet, die übrigen 10 brennen Kohle und sollen auf den Linien St. Paul-Breckenridge und Minot-Williston verkehren. Die Kessel weisen überhöhten Feuerbüchsmantel und überhöhten rückwärtigen Kesselschufs auf („extended wagon-top“-Bauart). Ungewöhnlich grofs sind die „Vanderbilt“-Tender dieser Lokomotiven (Tender mit zylindrischem Wasserbehälter). Sie laufen auf 6 Achsen mit 2 dreiachsigen Drehgestellen und haben an Fassungsvermögen beiläufig 50% mehr als die der 2 C 1 Maschinen der Great Northernbahn, wodurch Aufenthalte für das Wasserfassen künftig vermieden werden sollen.

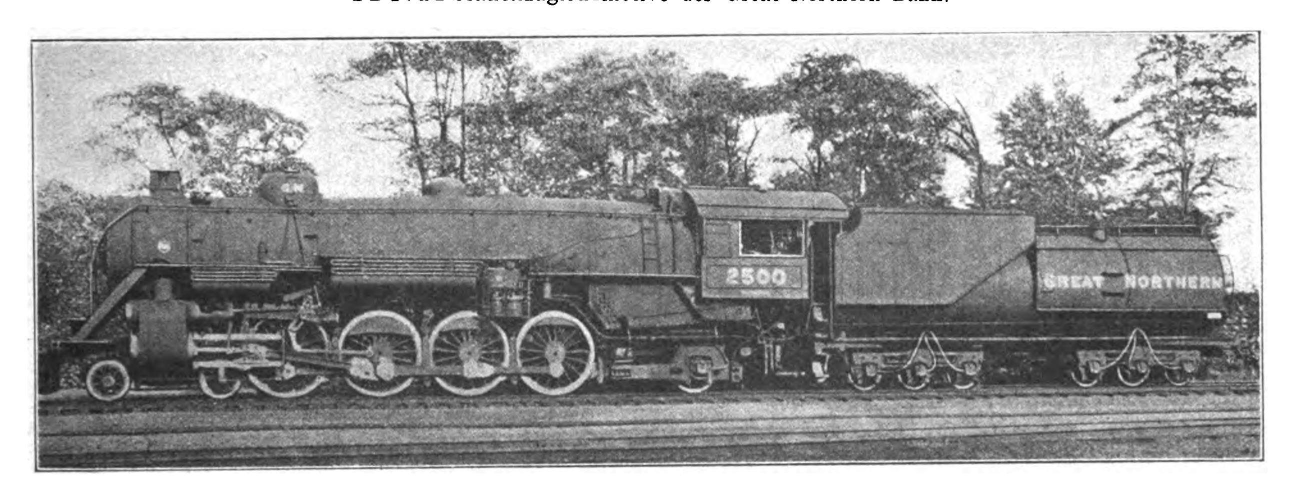
Die Textabbildung zeigt den wohlgelungenen Gesamtaufbau, die Übersicht die gewaltigen Abmessungen dieser neuen Lokomotiven:

Kesselüberdruck	14 at
Zylinderdurchmesser	736 mm
Kolbenhub	711 „
Kesseldurchmesser (min.)	2134 „
Feuerbüchse, Länge	3353 mm
„ , Weite	2438 „
Heizrohre, Anzahl	232
„ Durchmesser	57 „
Rauchrohre: Anzahl	50
„ Durchmesser	138 mm
Rohrlänge	6705 „
Gesamtheizfläche	
bei Kohlenfeuerung 467 qm, bei Ölfeuerung	460 qm
Überhitzerheizfläche	127 „
Rostfläche	8,2 qm
Durchmesser der Treibräder	1854 mm
Fester Achsstand	5791 „
Achsstand der Kuppelachsen	5791 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12675 „
„ „ „ „ mit Tender	25311 „

Achsdruck der Treibachsen	108,9 t	Dienstgewicht des Tenders	113,5 t
„ des Drehgestells	28,2 „	Vorrat an Wasser	54,0 cbm
„ der Schleppachse	27,4 „	Vorrat an Brennstoff	20,3 t Kohle, 22,5 cbm Öl.
Dienstgewicht der Lokomotive	164,5 „		

St.

2 D 1 . h 2 Schnellzuglokomotive der Great Northern Bahn.



Vom amerikanischen Lokomotivbau.

(Railway Age 1924, 1. Halbj. Nr. 2.)

Lange Zeit hat man in Amerika die Erhöhung der Lokomotivleistung fast ausschliefslich durch Vergröfserung der Abmessungen zu erzielen gesucht. Neuerdings aber tritt immer mehr das Bestreben hervor, zur Vergröfserung der Leistung die Lokomotive besser durchzubilden und damit deren Wirkungsgrad zu verbessern. Bemerkenswert ist in dieser Richtung vor allem die stetig wachsende Verwendung des Speisewasservorwärmers. Bei Tenderlokomotiven hat sich damit im Vorortverkehr eine wesentliche Vergröfserung des Fahrbereichs erzielen lassen. Die ausgedehnte Verwendung der Zusatzdampfmaschine Borster ermöglicht es oft, mit weniger Kuppelachsen auszukommen. Er vergröfsert die Zugkraft der Lokomotive durchschnittlich um 4000--5000 kg durch Ausnützung des Reibungsgewichts der Schleppachse. In den letzten Jahren sind endlich auch Versuche mit der Dreizylinderbauart gemacht worden. Die New-York Centralbahn*) und die Lehigh-Valleybahn haben je eine 2 D 1 - h 3 - Lokomotive in Dienst gestellt. Im Laufe der bisherigen Versuche haben diese Lokomotiven eine um 12--15% gröfsere Zugkraft entwickelt als Zwillingslokomotiven derselben Bauart. Dies wird einerseits dem gleichmäfsigeren Drehmoment der Drillingsmaschine und andererseits der besseren Auspuffwirkung zugeschrieben. Die Vergröfserung der Tendervorräte ist neben dem schon oben erwähnten Einbau des Vorwärmers das immer häufiger verwendete Mittel zur Erreichung langer Fahrstrecken ohne Maschinenwechsel. So befördert die 2 D 1 - Lokomotive der Union Pacific Bahn**) mit einem Tenderinhalt von 45,5 cbm Wasser und 18,1 t Kohle Züge von 14 Stahlwagen ohne Lokomotivwechsel zwischen Cheyenne und Ogden auf eine Entfernung von 780 km ohne Aufenthalt mit einer Reisegeschwindigkeit von etwa 60 km/Std. Die genannte Strecke weist Steigungen bis 15‰ auf. Der Tender der 2 D 1 - Drillingslokomotive der New-York Centralbahn fafst 57, derjenige der 2 D 1 - Lokomotive der Denver und Rio Grandebahn sogar 63,5 cbm Wasser. Eine weitere Neuerung des amerikanischen Lokomotivbaus, die Bemessung der Zylinder für eine Höchstfüllung von 50%, verfolgt den Zweck, ähnlich dem europäischen Verfahren die Dampfdehnung mehr auszunützen als dies seither üblich war. Die Pennsylvaniabahn hat von den Baldwin-Werken in der letzten Zeit über 400 Stück 1 E - Güterzuglokomotiven dieser Bauart beschafft. Die Kohlenersparnis betrug mit solchen Lokomotiven im schweren Güterzugdienst ungefähr 20%. Zu erwähnen ist endlich noch eine gesteigerte Anwendung des Kleinrohrüberhitzers, der sich ausgezeichnet bewähren soll, sowie der Übergang immer weiterer Bahnen von der 1 D 1 zur 2 D 1 - Lokomotive auch für Güterzüge. Die 2 D 1 - Lokomotive ermöglicht eine Verkürzung der Fahrzeiten, ist überlastungsfähiger, erfordert bei gleichem Dienst weniger Unterhaltungskosten als die 1 D 1 - Lokomotive mit vorderer Bisselachse und schont zugleich den Oberbau mehr als diese.

R. D.

*) Organ 1923.

**) Organ 1922, S. 229.

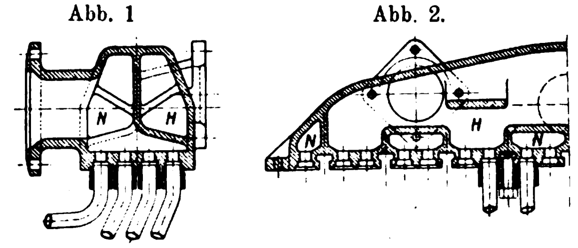
Neuer Dampfsammelkasten für Lokomotiven.

(Glasers Annalen 1923, 2. Halbjahr, Heft 1113.)

Der Schmidtsche Rauchrohrüberhitzer ist, so sehr auch seine allgemeine Verbreitung seine grofsen Vorzüge beweist, nicht ohne Mängel. Dies ist besonders vom Dampfsammelkasten (Abb. 1 und 2)

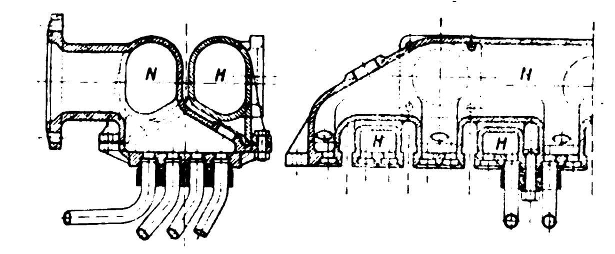
Dampfsammelkasten alter Bauart.

Abb. 1 Abb. 2.



Dampfsammelkasten neuer Bauart.

Abb. 3. Abb. 4.



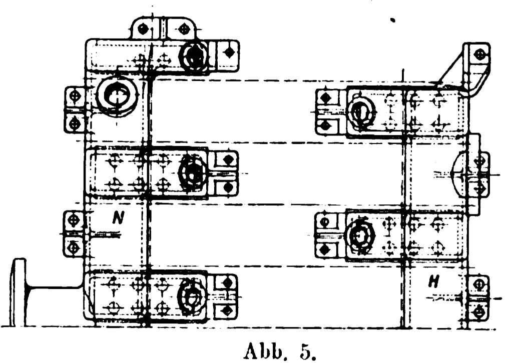


Abb. 5.

zu sagen. In seiner Form ein Labyrinth von Kammern, die gufstechnisch reichlich Schwierigkeiten bietet, verhindert die Vereinigung der Heifs- und Nafsdampfkammer in einem Gufsstück die gröfstmögliche Überhitzung. Denn bei dem bestehenden Wärmeunterschied zwischen beiden Kammergruppen von 150 ÷ 200° ist ein Wärmeaustausch unausbleiblich.

Eine neue Ausführungsweise (Abb. 3 bis 5) sucht diese Schwächen zu beseitigen. Der ungeteilte Dampfsammelkasten Schmidtscher Bauart wird hier aufgelöst in zwei für Heifsdampf und Nafsdampf getrennte Kästen, so dafs sowohl der Vorteil einer einfachen, abgerundeten Gufsform erreicht als auch der Wärmeübergang vermieden wird. Die Kästen greifen mit Fingern zueinander über, die auch Fortsätze zur gegenseitigen Befestigung tragen. Im übrigen ist die konstruktive Durchbildung so gehalten, dafs der Zusammenbau mit den übrigen Teilen der Schmidtschen Bauart ohne jegliche Abänderung derselben möglich ist. Als Material kann infolge der einfacheren Formgebung Stahlgufs verwendet werden, so dafs die Wandstärken geringer gehalten werden können und das Gewicht nur unwesentlich höher ausfällt als bei der alten Bauart. Ro.

Die neuen eisernen Personenwagen der italienischen Staatsbahnen.

(Rivista delle Industrie Elettroferroviarie e Lavori Pubblici 1924.)

Die bekannten Mängel der Personenwagen mit hölzernen Kasten und die Notwendigkeit, die Sicherheit der Reisenden auch bei schweren Eisenbahnunfällen zu erhöhen, ferner die ernsten Schwierigkeiten, denen man heute bei der Beschaffung von ausgetrocknetem und gutem Holz begegnet, haben die Verwaltung der Italienischen Staatseisenbahn veranlafst, einigen italienischen Wagenbaufirmen die neuen Wagen 1./2. Kl. zur Herstellung mit eisernem Wagenkasten zu übergeben. Diese Wagen haben 4 Endtüren und enthalten 2 grofse Vorräume, 2 Aborte, 3 Abteile erster Klasse und 4 ganze und ein Halbabteil zweiter Klasse. Sie können 18 Reisende erster und 36 zweiter Klasse, im ganzen also 54 Fahrgäste aufnehmen.

Die Länge der Wagen zwischen den Puffern gemessen beträgt 22 m, das Gewicht im betriebsfertigen Zustand einschliefslich der Akkumulatoren-Batterie für die Beleuchtung und mit aufgefüllten Wasserbehältern ungefähr 41 t, was einem Gewicht von 760 kg für einen Sitzplatz entspricht. Das Untergestell und der Kasten bilden ein vollständiges Ganzes.

Die mit 4 starken Eisenpfosten verstärkte Kopfwand bildet in Verbindung mit den der Kastenverbreiterung entsprechenden Kümpelblechen und mit den metallischen Trennungswänden zwischen den Aborten und den Vorräumen bei Eisenbahnunfällen einen doppelten und kräftigen Schutz gegen schwere Beschädigungen des mittleren Wagenteiles, der von den Abteilen eingenommen wird. Die Seitenwände bilden die Träger des Wagens.

Beim Bau der Wagen werden nur handelsübliche Formen von Walzeisen verwendet, unter Ausschlufs jeder besonderen Querschnittsform und unter Beschränkung der verschiedenen Sorten auf das Mindestmafs, um Bau und Instandhaltung der Wagen zu erleichtern. Aus dem gleichen Grunde wird die Verwendung von gepressten Blechen auf die Seitenteile und die Wiegenquerträger der Drehgestelle beschränkt. Für alle übrigen Teile werden glatte oder einfach gebogene Bleche verwendet.

Die Zug- und Stofsapparate haben einige bemerkenswerte Eigenschaften. Es sind Zugvorrichtungen ohne durchgehende Zugstange verwendet, wie sie die italienische Staatsbahn vor einiger Zeit anstelle der früher allgemein verwendeten Vorrichtung mit durchgehender Zugstange eingeführt hat. Die durchgehende Zugstange hat neben ihren guten Eigenschaften doch einige ernstliche Übelstände im Gefolge, besonders den, dafs die Kupplungen und Zughaken aufserordentlich beansprucht werden.

Der „Castelletto" (Zugapparat), der für diese neuen Wagen angewendet worden ist, ist in der Nähe jeder der beiden Kopfschwellen angebracht. Er besteht im wesentlichen aus 2 Kegelfedern, die in der ersten Hälfte des Hubes hintereinander, in der zweiten Hälfte dagegen parallel geschaltet sind; sie verhalten sich daher wie eine einzige Feder, welche im ersten Teil ihres Hubes die doppelte Einsenkung, im zweiten Teil jedoch nur die Hälfte der Einsenkung einer einzelnen Feder zeigt. In dem vorliegenden Fall, in welchem die beiden Federn ein Spiel von 25 mm für eine t aufweisen bei einer Anfangsbelastung von 2600 kg, durchläuft der Zughaken die ersten 30 mm Hub unter einer Beanspruchung, die in gerader Linie von 2600 kg auf 3200 kg steigt. Wenn der Hub des Zughakens 30 mm übersteigt, so arbeiten die beiden Federn parallel und da sich dann ihre Kraft summiert, so erhöht sich die Beanspruchung des Hakens auf 8800 kg am Ende des Hubes bei einem Arbeitsverbrauch von ungefähr 300 mkg für den ganzen Hub.

Diese Zugvorrichtung ist ausgearbeitet worden, um zwischen der mittleren Beanspruchung des Hakens während des ersten Teiles seines Hubes und der Höchstbeanspruchung am Ende einen möglichst grossen Unterschied zu erreichen, dabei aber doch den Hub innerhalb der Grenze von 60 mm zu halten, welche aus eisenbahntechnischen Gründen nicht überschritten werden darf.

Bei der Ausschmückung der Innenausstattung und dem allgemeinen Aufbau der Abteile wurde auf eine leichte Reinigung der Wagen Bedacht genommen. Soweit als möglich wurden Staubsammler vermieden; für die Wände wurde kein Lincrusta mit erhabenen Zeichnungen verwendet; die Gesimse, denen übrigens eine sehr einfache Form gegeben wurde, wurden auf ein Mindestmafs beschränkt. Die bei der Ausschmückung der Wagen eingeführten Vereinfachungen, die weit davon entfernt sind der Schönheit Einbufse zu tun, verleihen den Wagen eine ernste Eleganz, vollkommen angepasst den gegenwärtigen Zeiten, in denen jede unnötige Ausgabe vermieden werden mufs.

In den Abteilen 1. Kl. befinden sich Lichtbilder: einige davon in farbiger Ausführung sind treue Wiedergaben der besten und bekanntesten Gemälde der italienischen Sammlungen.

Jedes Abteil ist mit 2 breiten beweglichen Fenstern aus Kristallglas ausgestattet; auch die Gangfenster sind aus solchem Glase. Der Ausführung der beweglichen Fenster wurde besondere Sorgfalt gewidmet.

Die schon im Jahre 1910 bei den Wagen der italienischen Staatsbahn eingebauten Fensterheber ausländischer Bauart haben nicht vollkommen befriedigt, da sie sehr häufig gebrauchsunfähig wurden. Dies war hauptsächlich darauf zurückzuführen, dafs die beiden Federn, mit denen sie ausgestattet sind, zu schwach waren und daher häufig in ganz kurzer Zeit brachen; sie wurden daher erheblich vergröfsert, so dafs ihre Höchstbeanspruchung beträchtlich unter der zulässigen Grenze bleibt.

Die Zwischenräume der Aufsenwand, des Daches und der Fufsböden sind vollständig mit Kork ausgefüllt. Neben dem Wärmeschutz trägt diese Korkmasse auch dazu bei, die Geräusche während der Fahrt zu verringern.

Jedes Abteil ist mit 2 Absaugern ausgestattet, welche nicht an der Decke, sondern an den Seitenwänden angebracht sind um Durchbrechungen der Decke des Wagens zu vermeiden. Die Aborte sind sehr geräumig gehalten und mit allem nötigen Zubehör wie Porzellanwaschbecken, Spiegel usw. ausgestattet. Der Fufsboden der Aborte besteht aus Zement mit einem Rost aus Gufseisen. Der Wasserhahn der Waschbecken ist so gebaut, dafs durch Drehen eines Handgriffes von einer Endstellung in die andere der Ausflufs von ungefähr 1 l Wasser bewirkt wird, worauf ohne weiteres Zutun der Wasserzuflufs selbsttätig unterbrochen wird. Der Zeitraum bis zum Abschlufs ist ausreichend, um sich zu waschen, aufserdem kann auch der Handgriff des Hahnes neuerdings bedient werden und ein zweites Liter Wasser einlaufen. Durch diese Vorrichtung ist es unmöglich gemacht, dafs die Reisenden aus Versehen oder Böswilligkeit den Hahn offen lassen, wodurch sich in kurzer Zeit der Wasserbehälter entleeren würde: ferner gestattet diese Anordnung den Reisenden, sich unter einem Wasserstrahl zu waschen, ohne dafs das Wasser im Waschbecken angesammelt zu werden braucht, ein Vorteil, der aus hygienischen Gründen besonders schätzenswert ist.

Die Heizung der Wagen erfolgt mit Niederdruckdampf, der in einer Hochdruckanlage erzeugt wird.

Zur Beleuchtung der Wagen sind elektrische Stromspeicher vorgesehen. Ihr Fassungsvermögen gestattet eine Beleuchtung über 50 Stunden hinaus.

Die Wagen sind mit der selbsttätigen und mit der regelbaren Druckluft-Bremse, sowie mit der Umschalte-Luftsaugebremse ausgestattet. Sie entsprechen aufserdem allen besonderen Bedingungen, welche für den Übergang auf die hauptsächlichsten europäischen Linien erforderlich sind.

Bis jetzt sind 150 Wagen dieser Art gebaut worden.

Die Rohstoffe sind mit Ausnahme eines Teiles der Holzbaustoffe alle in Italien erzeugt worden. Pfl.

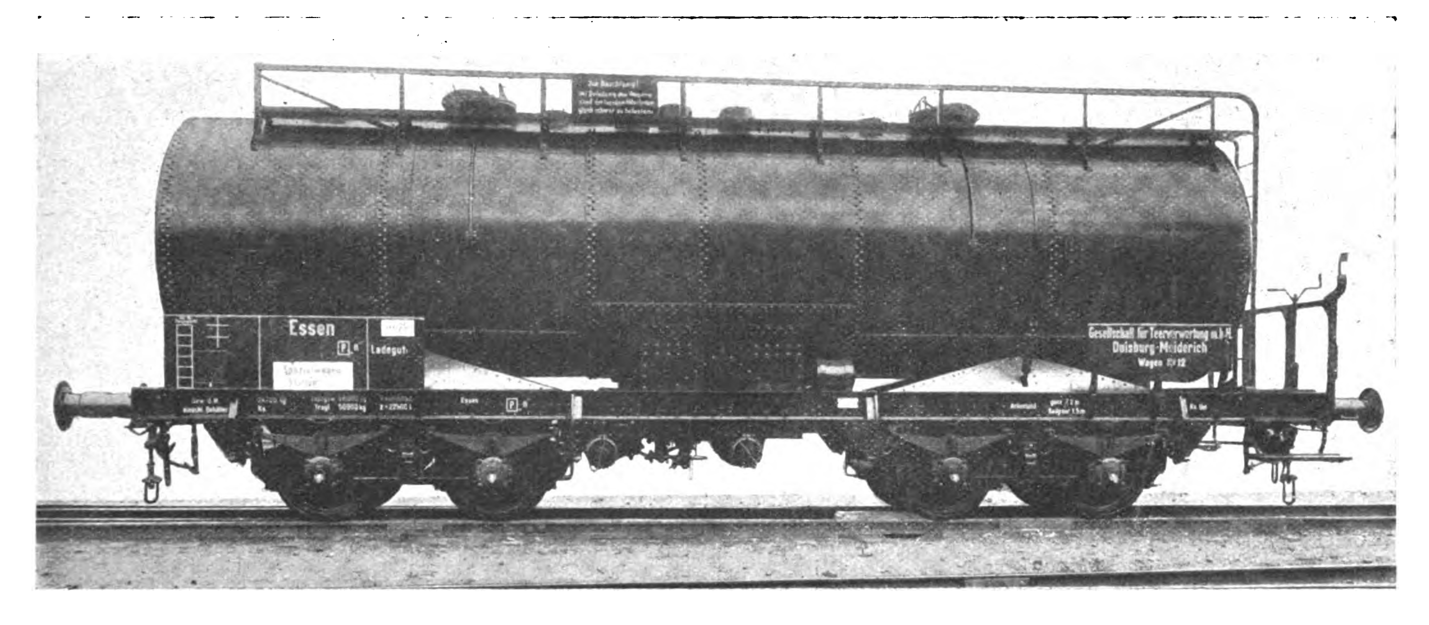
Grofskesselwagen.

(Kruppsche Monatshefte, 4. Jahrg. v. Okt./Nov. 1923.)

Die Einführung von Grofsgüterwagen bei der Deutschen Reichsbahn hat auch die Privatindustrie veranlafst, sich die Vorteile dieser Wagen zunutze zu machen. Einen Anfang in dieser Entwicklung bildet die Beschaffung mehrerer Grofskesselwagen, die die „Gesellschaft für Teerverwertung m. b. H., Duisburg-Meiderich“ bei Fr. Krupp, A. G. in Essen in Auftrag gegeben hat. Die Wagen haben eine Tragfähigkeit von 50 t bei einem Fassungsraum von 45 cbm; sie sind zur Beförderung von Teer bestimmt.

Das Laufwerk ruht unmittelbar auf vier freien Lenkachsen; es sind also keine Drehgestelle vorhanden. Die Einstellung der Achsen in Krümmungen ist durch entsprechenden Spielraum der Achslagergehäuse zwischen den Gleitbacken ermöglicht. Bei den

Grofskesselwagen.



Gehängen der Tragfedern ist ebenfalls auf Seitenbeweglichkeit Rücksicht genommen. Es können Krümmungen von 60 m Halbmesser befahren werden. Zur gleichmäfsigen Verteilung der Last auf die Achsen sind zwei Längs- und ein mit Rückstellfedern versehener Querausgleichhebel zwischen je 2 Radsätzen angeordnet. Als Achsenlager sind Gleitlager der Regelbauart der Deutschen Reichsbahn verwendet.

Das Untergestell besteht aus zwei äufseren und zwei inneren U-Eisen, die durch Kopfschwellen, Pufferstreben und genietete Querträger verbunden sind. Über jedem Radsatzpaar ist ein Sattel angebracht, in dem der Kessel, ohne die Untergestellträger auf Biegung zu beanspruchen, und ohne feste Verbindung frei aufliegt, Spannbänder sichern ihn gegen Abheben.

Der Kessel ist durch eine öldichte Scheidewand in zwei Abteilungen unterteilt; für jede Abteilung ist ein Schwallblech, ein Mannlochdeckel, ein Füllstutzen, ein Rührstutzen, eine besondere Reinigungsöffnung auf der Unterseite und ein Ablafsventil vorgesehen. Die beiden Abteilungen können durch einen Umlaufschieber in der Kesselscheidewand in Verbindung gesetzt werden.

Neben der Zweikammerdruckluftbremse ist noch eine auf nur zwei Radsätze wirkende Handbremse für den Verschiebedienst vorgesehen. Die Hauptabmessungen des Wagens sind folgende:

Länge zwischen den Puffern	12100 mm
Ganzer Radstand	7200 „
Abstand der Achsen eines Radsatzpaares	1500 „
Gröfste Höhe über S. O. K.	4175 „
Kessellänge	10250 „
Kesseldurchmesser	2400 „
Kesselinhalt	45 cbm
Gewicht des Wagens	24700 kg
Ladegewicht	48000 „
Tragfähigkeit	50000 t
Raddruck (beladen)	9,35 t
Gewicht auf 1 m Wagenlänge	6,2 tm

Pfl.

Werkstätten, Stoffwesen.

Arsenhaltiges Kupfer für Feuerbüchsen.

Nach einem Vortrag auf der Herbsttagung des „Institute of Metal“ können die durch Wegfressen und Oxydation entstehenden Stoffverluste an kupfernen Feuerbüchsen durch einen Zusatz von 0,35 bis 0,5 v. H. Arsen erheblich heruntergedrückt werden. Die auf die Anwesenheit von Sauerstoff zurückzuführenden Fehlerquellen lassen sich bis jetzt noch nicht mit Sicherheit feststellen. Erreicht der Sauerstoffgehalt bei Kupfer mit 0,35 bis 0,50 v. H. Arsen mehr als 0,15 v. H., so treten beim Biegen grofser Widerstand und ernste Schwierigkeiten auf, was gerade im Lokomotivbau von grofser Bedeutung ist. In dieser Beziehung werden zur Zeit wichtige Versuche von der Non-Ferreus Research Association in Verbindung mit einer grofsen Anzahl von interessierten Firmen durchgeführt. Viele Legierungen sind auf ihre Verwendbarkeit für Feuerbüchsen ausgeprobt worden, ohne dafs jedoch ein vollwertiger Ersatz für das Arsen-Kupfer gefunden wurde.

Ue.

Kohlenstoffhaltiges Schweifsmetall.

(Railway Age 1923, 2. Halbj. Nr. 6.)

Bei der Schweifsung hochkohlenstoffhaltiger Stahlteile wie Puffergehäuse, Weichenherzstücke, Stahlreifen usw. hat sich der Mangel eines geeigneten Schweifsmetalls bemerkbar gemacht. Von der Page Steel & Wire Gesellschaft wird ein Schweifsmetall mit etwa 1% Kohlenstoffgehalt hergestellt, das sich zum Schweifsen mit der Sauerstoff-Azetylenflamme oder mit dem elektrischen Lichtbogen eignet. Das Metall wird hauptsächlich zum Aufschweifsen abgenützter Stellen verwendet, wo hoher Widerstand gegen Abnützung erwünscht ist. Eine Versuchsschweifsung hatte folgendes Ergebnis:

Kohlenstoffgehalt des zu schweifsenden Stückes 0,42%
Skleroskophärte „ „ „ amerik. Mafs 35;

Hierauf wurden zwei Lagen Schweifsmetall aufgebracht; es ergab sich:

	Kohlenstoffgehalt	Skleroskophärte (in amerik. Mafs)
an der äusseren Oberfläche	0,63	38
in einer Tiefe von 1,6 mm (1/16")	0,56	37
„ „ „ „ 3,2 „ (1/8")	0,57	33
„ „ „ „ 4,8 „ (3/16")	0,46	34

Pfl.

Betrieb in technischer Beziehung.

Betriebsversuche zur Ermittelung des Brennstoffverbrauchs amerikanischer Lokomotiven.

(Inst. El. Eng. 1923, Nr. 4.)

Über den Brennstoffverbrauch von Dampflokomotiven liegen vielfach wenig zuverlässige Angaben vor, weil derselbe meist im Betrieb geschätzt und ungenau gemessen oder aber auf Versuchsfahrten bestimmt wird, die mit ausgesuchtem Material und Personal besonders günstige Werte ergeben. Neuerdings tritt mit dem zunehmenden Übergang zur elektrischen Zugförderung immer häufiger das Bedürfnis nach genauen, im Regelbetrieb gewonnenen Angaben hervor, weil ohne diese eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsrechnung und damit eine klare Gegenüberstellung des elektrischen Betriebs und des Betriebs mit Dampflokomotiven nicht möglich ist.

Dieser Grund hat auch die Southern Pacific Bahn veranlafst, auf ihrer Strecke über den Tehachapi-Pafs, wo die Gelände- und Betriebsbedingungen sehr schwierig sind, eingehende Betriebsversuche zur Feststellung des Brennstoffverbrauchs vorzunehmen. Wegen der Sorgfalt, mit der sie vorbereitet und durchgeführt worden sind, verdienen sie allgemeinere Beachtung.

Der Verbrauch an Kohle läfst sich an und für sich schlecht messen. Man wählte deshalb eine Lokomotive mit Ölfeuerung. Die angegebene Bahnstrecke wurde in eine Reihe von Unterabschnitten zerlegt, die sich über gleichbleibende Geländeverhältnisse erstreckten. An den mit Flaggen bezeichneten Endpunkten dieser Unterabschnitte konnte dann jeweils der Ölverbrauch mittels gut geeichter Mefsgeräte abgelesen werden. Das Zuggewicht wurde während der Fahrt möglichst gleichmäfsig gehalten, auch die Zusammensetzung des Zuges nicht geändert. Bei jeder Fahrt machte ein anderer Lokomotivführer Dienst. Dabei zeigte sich, dafs fast alle Führer die Lokomotive ziemlich gleichmäfsig bedienten, indem sie die Reglerstellung und den Füllungsgrad in der Nähe der aufgestellten Flaggen änderten. Zur Vornahme der Ablesungen fuhren besonders geschulte Beamte auf der Maschine mit. Eine 1E1 Heifsdampf-Zwillings-Güterzuglokomotive in normalem Betriebszustand führte alle Züge.

Ihre Hauptabmessungen waren:

Kesselüberdruck p	14 at
Zylinderdurchmesser d	698 mm
Kolbenhub h	813 „
Verdampfungs-Heizfläche	413,5 qm
Überhitzungs-Heizfläche	135,5 „
Heizfläche — im Ganzen — H	549,0 „
Rostfläche R	5,85 „
Durchmesser der Treibräder	1550 mm
Reibungsgewicht G_1	123,8 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	158,0 t
„ des Tenders	78,6 t
Vorrat an Wasser	38,0 cbm
„ „ Brennstoff (Öl)	11,8 „
Zugkraft $Z = 0{,}6 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 \cdot h : D$	= 21600 kg

Das Ergebnis der Versuche war eine vollständige Ermittelung des Ölverbrauchs für alle Betriebszustände der Lokomotive. Dabei konnte man drei Gruppen von solchen Betriebszuständen unterscheiden, bei welchen der Verbrauch jeweils von bestimmten Faktoren abhängig war. Die erste Gruppe umfafste den Brennstoffverbrauch während des Anheizens als Funktion der Speisewassertemperatur. Er ist von dem Dienst, den die Lokomotive verrichtet, völlig unabhängig. In der zweiten Gruppe wurde die Brennstoffmenge bestimmt, die erforderlich war, um die Lokomotive auf den Endbahnhöfen oder während des Haltens auf der Strecke unter Dampf zu halten. Sie dürfte mehr von der Geschicklichkeit des Personals abhängen als vom Zuggewicht. In der dritten Gruppe endlich wurde der Ölverbrauch während der Fahrt, zur Beschleunigung, zur Ein- und Ausfahrt in Nebengleise usw. ermittelt, der von der Zuglast und der Geschwindigkeit abhängt. Bei bekannter Zuglast werden dabei die Verbrauchszahlen für den Tonnenkilometer unter den verschiedensten Bedingungen bekannt.

Zu den Untersuchungen der ersten Gruppe wurde der Kessel, solange die Lokomotive im Schuppen stand, mit Wasser von 48,5° C bis zu einer bestimmten Höhe gefüllt. Der Hilfsdampf für Zerstäuber und Bläser wurde zuerst aus einer Schuppenleitung entnommen bis der Kesseldruck 5 at zeigte. Durch einen besonderen Versuch wurde bestimmt, dafs die Erzeugung dieses Hilfsdampfes den Ölverbrauch um 14 % vergröfsert, bis zum Abstellen des Hilfsdampfes verbrauchte die Lokomotive 318 l Öl; dieser Verbrauch erhöht sich nach dem gesagten um 14 % auf 363 l. Dazu kommt noch der Verbrauch, um den Druck von 5 auf 14 at zu bringen. Dieser war 132 l, so dafs der Gesamtverbrauch vom Anheizen bis zur Dienstbereitschaft 363 + 132 = 495 l betrug. Da nach den Versuchen der Ölverbrauch innerhalb der gegebenen Grenzen dem Ansteigen der Temperatur proportional zu sein schien, so konnte damit auch der Verbrauch ermittelt werden, der zur Erhöhung der Kesseltemperatur um 1° C erforderlich war. Er betrug 3,6 l. Man kann daraus ohne weiteres ermessen, wieviel Brennstoff gespart werden kann, wenn man beim Anheizen von Lokomotiven den Kessel von Anfang an mit möglichst heifsem Wasser füllt — etwa von anderen Lokomotiven, die abgestellt oder ausgewaschen werden sollen. Tatsächlich wird die Ersparnis noch gröfser, weil auch die dabei gewonnene Zeit noch Geldwert vorstellt.

Bei der zweiten Gruppe wurde der Ölverbrauch, der nötig war, um eine Lokomotive im Schuppen unter Dampf zu halten zu 66 l/Std. ermittelt. Dieser Verbrauch soll ziemlich gleichmäfsig sein für schwere Lokomotiven, die ohne Fahrbewegungen in einem geschlossenen Schuppen stehen. Solange die Lokomotive im Freien stand, verbrauchte sie 138,5 l/Std., wobei die Lufttemperatur zwischen — 7 und + 10° C schwankte. Auch war dabei mitunter eine der Luftpumpen in Tätigkeit, weil für die Kraftumsteuerung mit Rücksicht auf etwa erforderliche Bewegungen Druckluft vorgehalten werden mufste. Der Mehrverbrauch an Brennstoff bei der Aufstellung im Freien betrug demnach 138,5—66 = 72,5 l. Ähnlich wurde der Verbrauch, wenn die Lokomotive auf einem Nebengleis vor dem vollen Zug stand, zu 162 l/Std. gefunden. Da in beiden Fällen keine Bewegungen ausgeführt wurden, stellt die Differenz von 162 − 138,5 l die Brennstoffmenge vor, die nötig war, um die Luftbremse in den Arbeitszustand zu bringen und darin zu erhalten.

Die Beobachtungen für die beiden ersten Gruppen waren verhältnismäfsig einfach. Die dritte Gruppe dagegen, die Messung des Ölverbrauchs während der Fahrt vor dem Zug, erforderte eine Tätigkeit von mehreren Wochen. Es mufste dabei die Menge des verbrauchten Öles jedesmal auf eine bestimmte Normaltemperatur umgerechnet werden. An allen vorbezeichneten Punkten wurde die Zeit, die Geschwindigkeit, der Ölverbrauch, die Öltemperatur, der Brennstoff- und Wasservorrat im Tender gemessen, letzteres um das Zuggewicht immer völlig genau bestimmen zu können. Diese Aufzeichnungen wurden dann so ausgewertet, dafs sich aus ihnen der gesamte Zugwiderstand für die einzelnen Streckenabschnitte, die Leistung am Radumfang, der Gesamtwirkungsgrad und endlich das Verhältnis der theoretisch nötigen Brennstoffmenge zur tatsächlich verbrauchten oder kürzer ausgedrückt, der Wirkungsgrad der Feuerbedienung ergab. Beispielsweise fand man in der Differenz des Ölverbrauchs über eine Strecke mit 20 ‰ Steigung und dem Verbrauch auf einer Strecke mit 10 ‰ Steigung diejenige Brennstoffmenge, die nötig gewesen wäre, um die Last reibungslos über eine Strecke von 10 ‰ Steigung zu befördern. Aus dem bekannten Steigungswiderstand liefs sich dann die erforderliche aus der gemessenen Brennstoffmenge die geleistete Arbeit feststellen und hieraus ergab sich wieder der Gesamtwirkungsgrad. Dieser betrug im Durchschnitt 5,57 %, im Höchstfall 6,41 %. Andererseits konnte mittels der Differenz des Brennstoffverbrauchs auf der Steigung von 10 ‰ mit und ohne Reibung wiederum der gesamte Zugwiderstand ermittelt werden. Er war 5,30 kg/t; da nun der nur die rollende Reibung enthaltende Wert zu 3,2 kg/t angenommen wurde, so mufste die Differenz von 2,10 kg/t die Maschinenreibung vorstellen. Dies bedeutete auf der gröfsten Steigung von 23,1 ‰ etwa 9 % der gesamten Zugkraft (nach der amerikanischen Zugkraftangabe von Z = 28800 kg, die 85 % Füllung voraussetzt). Im Gefälle nahm der Verbrauch ab bis zu einer bestimmten Neigung, die einen Kleinstverbrauch von 5,9 l/km aufwies. Dieser Kleinstverbrauch stellt dann nur noch den Verbrauch der Hilfsmaschinen dar und müfste sich etwa decken mit dem Verbrauch für die Zeit, während welcher die Lokomotive mit dem Zug auf einem Nebengleis steht. Dieser beträgt, wie oben angegeben, 162 l/Std. Hiermit würde dem angeführten Kleinstwert eine Geschwindigkeit von 162 : 5,9 = 27,5 km/Std. entsprechen, und da für die Talfahrten eine solche von 29 km/Std. vorgeschrieben ist, so herrscht tatsächlich

Übereinstimmung. Bei Fahrten über stärkere Gefälle nimmt der Brennstoffverbrauch wegen des Einsatzes der Luftdruckbremse wieder zu. Auch der Mehrverbrauch, den das Kreuzen zweier Züge auf eingleisiger Strecke erfordert, konnte ermittelt werden. Er ergab sich zu 62,8 l für einen Zug von 1000 t auf einer Steigung von 20‰ und mehr; auf leichten Steigungen war er gleich Null, weil der Mehrverbrauch für das Anfahren durch den Minderverbrauch beim Anhalten gedeckt wurde, vorausgesetzt, dafs man den Zug genügend auslaufen liefs. Die hier gewonnenen Angaben liefsen sich im Betrieb bei der Aufstellung der Fahrpläne sehr gut verwerten. Der Wirkungsgrad der Feuerbedienung endlich ergab sich im Durchschnitt zu 92,5%.

Besonderes Interesse erregt der Verbrauch an Öl für die PSi-Stunde unter verschiedenen Verhältnissen. Er ist in der Quelle selbst nicht angegeben, läfst sich aber aus den beigefügten Tabellen berechnen. Er ergibt sich zu 1,10 bis 1,13 l und ist wenig verschieden, ob nun eine Strecke von 11,6‰ Steigung mit 42 km/Std. Geschwindigkeit oder von 23,10‰ mit 19,3 km/Std. Geschwindigkeit befahren wird. Da für das verwendete Heizöl ein Heizwert von 10000 WE angegeben ist und das spezifische Gewicht mit rund 1 angenommen werden kann, so entspricht dieser Ölverbrauch einem Kohlenverbrauch von rund 1,5—1,6 kg zu 7000 WE, was für europäische Verhältnisse ziemlich hoch und wohl auf die grofsen Füllungsgrade zurückzuführen ist, die in Amerika üblich sind. R. D.

Verschiedenes.

Preisausschreiben über einen Funkenfänger für Braunkohlenbriketts.

Die Verwendung von Braunkohlenbriketts auf Staatsbahnlokomotiven ist eine die Braunkohlenindustrie zur Zeit stark beschäftigende Frage. Dafs Braunkohlenbriketts mit Erfolg auf Lokomotiven verfeuert werden können, hat der Braunkohlenbergbau schon seit Jahrzehnten bei seinen Abraum- und Anschlufsgleislokomotiven bewiesen. Diese Tatsache hat dem Deutschen Braunkohlen-Industrieverein Veranlassung gegeben, beim Reichsverkehrsministerium anzuregen, Versuche mit Braunkohlenbriketts auf Staatsbahnlokomotiven anzustellen. Die Versuche, die das Eisenbahnzentralamt daraufhin auf der Versuchsstrecke Grunewald—Wiesenburg inzwischen vorgenommen hat, ergaben, dafs die Leistung einer auf Braunkohlenbrikettfeuerung umgestellten G 7-Zwillings-Güterzuglokomotive zufriedenstellend war, der verhältnismäfsig starke Funkenauswurf jedoch einer Verwendung von Braunkohlenbriketts auf Staatsbahnlokomotiven mit Rücksicht auf die Brandgefahr vorläufig noch gewisse Schwierigkeiten bereitet. Um die Frage der Beseitigung des Funkenauswurfes zu klären, erläfst der Deutsche Braunkohlen-Industrieverein, Halle/S., zusammen mit dem Mitteldeutschen Braunkohlensyndikat, Leipzig, und dem Ostelbischen Braunkohlensyndikat, Berlin, ein Preisausschreiben, auf das wir hiermit hinweisen. Die näheren Bedingungen sind im Inseratenteile dieses Heftes Seite 2 bekanntgegeben.

Werkwoche der Reichsbahn.

In Verbindung mit dem Reichsverkehrsministerium veranstaltet die Verwaltungs-Akademie Berlin in der Zeit vom 31. März bis 5. April 1924 einen eisenbahnwissenschaftlichen Sonderkursus, der den Werkstättenbeamten gewidmet ist und daher die Bezeichnung „Werkwoche" tragen wird. Während im Herbst v. J. in dem Kursus mehr Wert darauf gelegt wurde, den Hörern eine allgemeine Übersicht über wichtige Gebiete der Deutschen Reichsbahn zu geben und dadurch in ihnen Anregung und Interesse für ihr besonderes Berufsgebiet zu wecken, sind in der für April in Aussicht genommenen „Werkwoche" die Vorlesungen daraufhin abgestellt, dafs die Hörer aus jeder Vorlesung möglichst viel in ihr Arbeitsgebiet mit nach Hause nehmen können, was unmittelbar praktisch verwendet werden kann: Der Grundgedanke der Vorlesungen ist also, sie möglichst produktiv zu gestalten. Aus diesem Grunde wird nach einer kurzen Einführung in ein Sondergebiet und nach Darlegung der führenden Grundgedanken die Vorlesung sofort auf besimmte einzelne praktische Beispiele übergehen, an denen die wirtschaftliche Bedeutung der vorgetragenen Einrichtungen, Arbeitsverfahren und Mafsnahmen klargelegt wird.

Einige Vorträge werden durch Vorführung von Lichtbildern besonders wertvoll sein.

Da neben den Einrichtungen der Werke und den Arbeitsververfahren der Mensch als Betriebsfaktor überragende Bedeutung für das Gedeihen eines Unternehmens hat, so versucht der Kursus, hierüber den Hörern grundlegende Gedanken zu übermitteln.

In Führungen durch einige Berliner Industriewerke werden einige Vorlesungen ergänzt werden, indem die vorgetragenen Sondergebiete dort in praktischer Durchführung studiert werden können.

Den Schlufs der „Werkwoche" wird eine Diskussionsstunde bilden, in der den Hörern Gelegenheit gegeben wird, sich über das Gehörte im Gespräch mit dem Leiter oder den Lehrern der Werkwoche frei zu äufsern.

In Aussicht sind folgende Vorlesungen genommen:

Lfd. Nr.	Gegenstand der Vorlesung	Stundenzahl	Vortragende
1.	Einleitender Vortrag	1	Ministerialrat Geh. Baurat Kühne
2.	Erkennen und berufliche Entwicklung von Beamten und Arbeitern in einem Grofsunternehmen auf psychologischer Grundlage	2	Ministerialrat Geh. Baurat Dr. Schwarze
3.	Lohntechnische Bestimmungen des neuen Gedingeverfahrens	1	Oberregierungsrat Trampedach
4.	Verbrauchswirtschaft und Statistik	3	Oberregierungsbaurat Dr. Martens
5.	Die Zeitaufnahmen	3	Oberregierungsbaurat Lüders
6.	Die Altstoffwirtschaft, ihre Bedeutung und Erfolge an einzelnen Beispielen erläutert	2	Oberregierungsbaurat Haas
7.	Betrieb der Prefsluftanlagen	1	Regierungsbaurat Grahl
8.	Wärmewirtschaft in Eisenbahn-Ausbesserungswerken an Einzelbeispielen	2	Regierungsbaurat Dr. Landsberg
9.	Die Auswertung der Fachliteratur an d. Besprechung des Buches „Henry Ford: Mein Leben und Werk" gezeigt	2	Regierungsbaumeister Stinner
10.	Psychologie des Arbeiters	1	Ministerialrat Geh. Reg.-Rat Dr. Kühne Handelministerium Berlin
11.	Arbeitgeber u. Arbeitnehmer, psychologisch betrachtet	2	Professor Dr. Horneffer Universität Giefsen
12.	Die Kunst des Vortrags als Vorbedingung des Erfolgs im Personalunterricht	2	Rektor Dr. Manz, Berlin
13.	Aussprache über die Vorlesungen	2	Leiter: Oberregierungsbaurat Dr. Martens.
		24	

Ausflüge für 50 Teilnehmer.

1. A. Borsig, Berlin-Tegel, Statistisches Büro.
2. Lokfabrik A. E. G., Hennigsdorf, Statistisches Büro.
3. Knorr, A.-G. Berlin-Lichtenberg, Arbeitsprüfung.
4. Prefsluft-Werkzeug- und Maschinenbau A.-G., Berlin, Prüfstand.
5. Meurer A.-G., Berlin, Spritzgufsverfahren.

Die Kursusleitung hat Oberregierungsbaurat Dr. Martens auf Ersuchen der Verwaltungs-Akademie mit behördlicher Genehmigung übernommen.

Die Vorträge finden in der Berliner Universität im neuen Aulagebäude statt. Die Kursusgebühr beträgt 12 Rentenmark. Anmeldungen sind an das Sekretariat der Verwaltungs-Akademie Berlin W 8, Charlottenstrafse 50/51 (Fernspr.: Zentrum 178) zu richten. Bei der Anmeldung ist die halbe Kursusgebühr auf das Postscheckkonto der

Akademie Nr. 66635 Berlin unter der Bezeichnung „Werkwoche“ zu leisten. Der Restbetrag ist bis spätestens 12. März einzuzahlen. Eine Rückzahlung der Gebühren kann nur ausnahmsweise beim Nachweis besonderer Verhältnisse erfolgen. Jeder Anmeldung und jeder Anfrage ist ein Freiumschlag beizufügen. Der letzte Zeitpunkt für die Anmeldungen ist der 12. März. Es ist empfehlenswert, daſs Anmeldungen bald vorgenommen werden, da die Teilnehmerzahl einer gewissen Beschränkung unterliegt.

Die Kursuskarte geht den Teilnehmern in der ersten Hälfte des März zu. Über den Kursus erteilt die Akademie eine Bescheinigung.

Unterkunft vermittelt nach Möglichkeit das Sekretariat der Akademie zu mäſsigen Preisen in Hospizen.

Die Akademie hat an das Reichsverkehrsministerium die Bitt gerichtet, den Teilnehmern freie Fahrt und nach Möglichkeit Urlaub ohne Anrechnung auf den Erholungsurlaub zu gewähren.

Bücherbesprechungen.

Rüstungsbau. Von Prof. H. Kirchner, Berlin-Steglitz. Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin 1924. Preisgrundzahl geh. 13.50, geb. 16.50.

Das Buch verdankt nach der Vorrede sein Entstehen einer Anregung der Verlagshandlung. Schon hiernach kann man annehmen, daſs sein Erscheinen Bedürfnis ist. Dieses Urteil wird bestärkt, wenn man sich näher mit dem Inhalt des Buches vertraut macht. Es behandelt in 4 Abschnitten zunächst die grundlegenden Eigenschaften des Holzes und des Eisens, dann die Gerüste für eiserne Brücken, die Lehrgerüste und schlieſslich die Hilfs- und Arbeitsgerüste.

Ein reicher Stoff ist darin zusammengetragen, gesichtet und geordnet. Seinem Wesen nach ist also das Buch vorwiegend beschreibend. Folgerichtig stützt sich die Beschreibung auf die Abbildungen, die dem Buche in so reicher Fülle beigegeben sind, daſs an mehreren Stellen auf 3 Seiten Abbildungen nur etwa 10 Zeilen Text entfallen. Überall sind die Abbildungen klar, deutlich und so mustergültig in der Ausführung, daſs sie eben geradezu für sich selbst sprechen. Die ausgewählten Beispiele führen bis in die neueste Zeit herauf, auch Erfahrungen aus dem Kriege mit seinen besonderen baulichen Erfordernissen sind vielfach verwertet. Über die bloſse Beschreibung hinaus enthält aber das Buch auch eine Fülle praktischer Winke, so daſs es für Entwurf und Ausführung ein sehr schätzenswertes, arbeitsparendes Hilfsmittel darstellt.

Das Buch ist ganz auf die Bedürfnisse des Brückenbaues zugeschnitten. Es sei jedoch für spätere Auflagen angeregt, die Verhältnisse aus dem Hochbau, namentlich bei groſsen Eisenbetonbauten, sowie aus dem Talsperrenbau mit heranzuziehen, und sei es auch nur des Vergleiches wegen. Namentlich der Abschnitt über Förder- und Arbeitsgerüste würde dadurch gewinnen.

Die besondere Aufmerksamkeit des Eisenbahn-Ingenieurs werden die Abschnitte erregen, in denen die Verschiebungen von Brücken ohne Unterbrechung des Betriebes behandelt sind. Es dürfte dies die erste zusammenfassende Behandlung dieses Gegenstandes sein, der übrigens eine erweiterte Darstellung in einer Sonderschrift recht gut vertrüge und verdiente. Dr. Bl.

1. **Hochenegg, Carl,** Prof. i. R., Beiträge zur Verbesserung der Wiener Verkehrsverhältnisse. Wien 1923, Verlag Wilhelm Frick, Preis 6,25 Schweizer Franken.
2. **Otto Schmidt,** Stadtbaurat in Essen, „Ruhrgebiet-Hauptbahnhof“, Aufsatz in Heft 35/36 der „Verkehrstechnischen Woche“, 1923.

Die Studie Hocheneggs geht von der bekannten Tatsache aus, daſs die zahlreichen Kopfbahnhöfe Wiens ein Hindernis für den Durchgangsverkehr bilden. Von anderer Seite wurde früher darauf hingewiesen, daſs dieses Hindernis gleich groſse Zeitverluste verursache wie die Überschreitung der Alpen. Den Gedanken, das Hindernis durch Schaffung eines Wiener Zentralbahnhofes mit der Wurzel zu beseitigen, lehnt Hochenegg ab. Vielmehr will er für die Hauptverkehrsrichtungen Gruppenbahnhöfe schaffen. Näher untersucht wird die Zusammenfassung der von Wien nach Norden führenden Bahnen, nämlich der Franz-Josefs-Bahn, der Nordwestbahn, der Nordlinie der St. E. G. und der Nordbahn. Im Zusammenhange damit wird die Ausgestaltung und Elektrisierung der Stadtbahn, dieses alten Schmerzenskindes von Wien, behandelt, weiter eine Unterstraſsenbahn von der „Sezession“ bis zum Morzinplatz. Mit den Plänen hat sich die Wiener Bahnhofskommission bereits eingehend befaſst. Für uns Deutsche ist die lesenswerte Untersuchung besonders bemerkenswert durch den Vergleich mit Berliner Verhältnissen, der sich von selbst aufdrängt. In Berlin ist ja im Gegensatz zur Auffassung Hocheneggs bereits der Plan aufgetaucht, in Flur Schöneberg einen Hauptbahnhof für ganz Berlin anzulegen.

Die kurze Zeitschriftenstudie Otto Schmidts weist fühlbare, grundsätzliche Verschiedenheiten mit den Darlegungen Hocheneggs auf, die es rechtfertigen, zwei so verschiedenartige Darstellungen in einer Besprechung zusammenzufassen. Aus Hochenegg spricht der vorsichtig tastende Verkehrsmann, Schmidt ist in erster Linie Städtebauer und geht mit stürmender Hand vor. Hochenegg empfiehlt Gruppenbildung auf der Grundlage gegebener Verhältnisse, Schmidt plant Grundsätzlich-Neues unter schärfster Zusammenfassung: Vollbahnen, Stadtschnellbahnen, Straſsenbahnen, alles ist bei Schmidt in einem einzigen Brennpunkt zusammengeballt, an den sich dann Kauf- und Geschäftshäuser, Gast- und Erholungsstätten ankristallisieren: amerikanische Citybildung. Kein Wunder, daſs Schmidt auch auf ein äuſserlich betontes, künstlerisches Wahrzeichen für die Anlage sinnt. Er findet es in einem Hochhaus, das sich mitten aus dem Bahnhofsgebäude erhebt. Aber daſs dieses Hochhaus Geschäftszwecken dienstbar gemacht werden müſste, um es wirtschaftlich möglich, ja nur erwägenswert zu machen, zeigt deutlich die Grenzen hemmungslosen Gedankenfluges. Die Kupplung von Eisenbahnanlagen mit wesensfremden Dingen widerspricht der Selbständigkeit, die sich die Eisenbahn wahren muſs, um künftige Anpassungs- und Veränderungsnotwendigkeiten nicht zu verbauen. In dieser Hinsicht wahrt der neue Stuttgarter Hauptbahnhof natürliche Grenzen für dasselbe künstlerische Ausdrucksmittel. Kühnheit und Folgerichtigkeit ist Schmidt zweifellos nicht abzusprechen. Es ist ein schöner und hoher Gedanke, die blutstrotzenden Verkehrsadern des Ruhrgebietes in einem klopfenden Herzen zusammenzuführen. Und wenn auch nach einem Wettbewerbe die Sachen anfangen, „sich hart im Raume zu stoſsen“, so wird sich der kühl wägende Verkehrsmann doch gern an dem hohen Wurf des Gedankens begeistern. Dr. Bl.

Der Autotriebwagen, sein Bau und Betrieb. Von Oberingenieur Otto Barsch, Stettin. Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co., Berlin W. 62, 196 Seiten mit 83 Abbildungen im Texte. Preis brosch. 3.50 Gm.

Wieder steht der Verbrennungsmotor im Begriff, sich ein neues Arbeitsfeld zu erobern, und zwar handelt es sich um die Automobilisierung der Eisenbahn. Hierunter darf natürlich nicht etwa verstanden werden, daſs das Ende der Lokomotive gekommen ist und wir am Vorabend der Verdrängung der Lokomotive durch den Verbrennungsmotor stehen. Dieser Fall wird wohl niemals eintreten. Dagegen wird bei dem Ausbau der Nebenstrecken, zur Verbesserung der Verbindungen auf Hauptstrecken, sowie teilweise im Vorort- und Sonntagsverkehr mittlerer Städte der Verbrennungsmotor als Antriebskraft der Triebwagen immer gröſsere Verwendung finden. Bekanntlich haben neuerdings derartige Autotriebwagen verschiedentlich sowohl in Deutschland und noch mehr im Ausland Benutzung gefunden und zwar mit gutem Erfolge. Der sachkundige Verfasser behandelt also in seinem reich illustrierten und gut ausgestatteten Buche ein in jeder Beziehung aktuelles Thema und wir können das Buch jedem Techniker und Eisenbahnfachmann bestens empfehlen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Hälft
ne B
at de
e Bitt
Urlaub

Unte
Berlin
t ja
an au
: Berl

st für
egunge
enartige
n. Aus
rsman
ht mit
bildun
Grund
bahnen.
idt in
n Kauf-
isieren
t auch
für d
mitte
ochbau
es wir
deutli
ng vo
ht de
künftig-
rbauen.
natür-
ühoheit
rechen.
rkehrs-
mmen-
Sachen
r kühn
es Ge-
. Bl.

genieur
Carl
dungen

n neues
Auto-
nicht
ommen
durch
iemals
n. zur
ilweise
nungs
ndun
wagen
sland
ndige
t aus-
nd wir
esten

den.



1924 HEFT 2

ORGAN

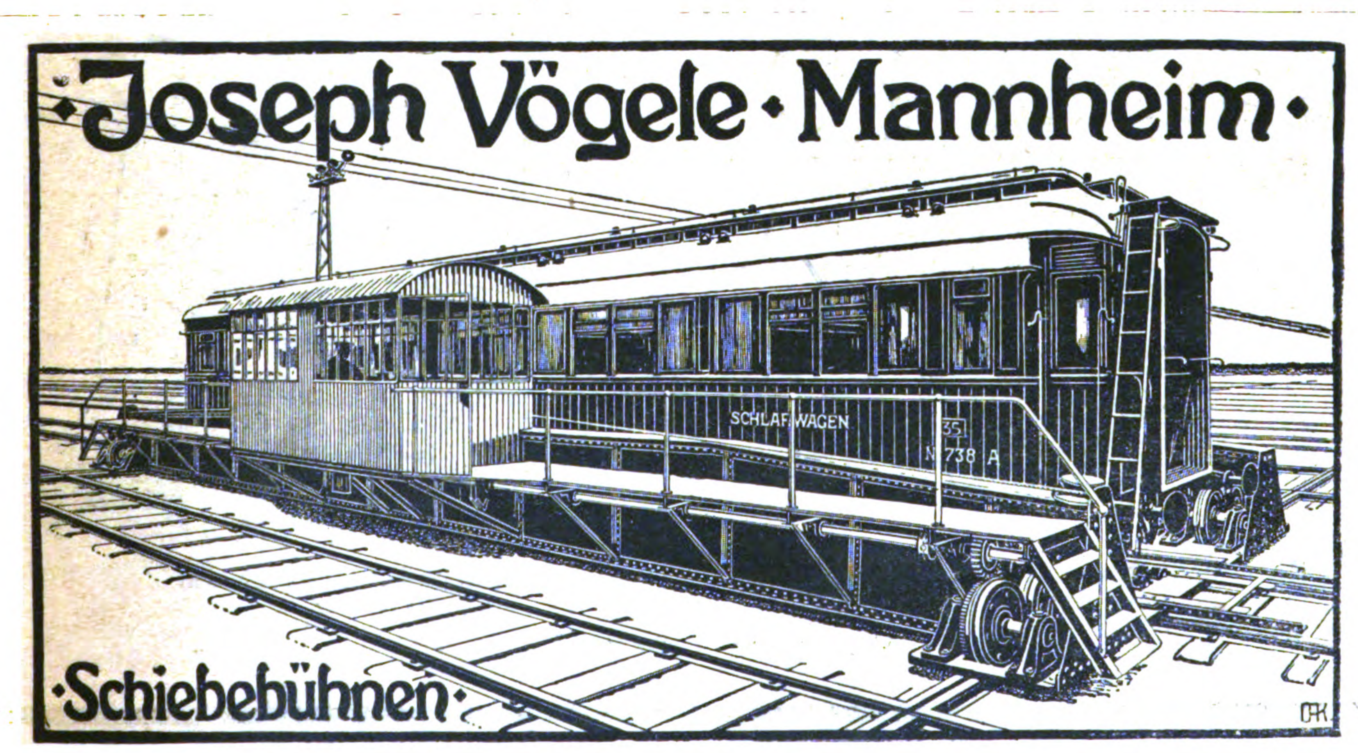
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.



Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang **15. Februar 1924** **Heft 2**

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Preisausschreiben.

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat beschlossen, die im Preisausschreiben vom August 1922 bekanntgegebenen Geldpreise unter Berücksichtigung der Verschiebungen in den Währungsverhältnissen seit Veröffentlichung des Ausschreibens mit Wirkung vom Tage der Auszahlung der Preise in angemessener Höhe anderweit festzusetzen. Von den 2 Druckstücken schriftstellerischer Werke, die zur Bewerbung eingesandt werden, wird das eine Stück nach der Preisverteilung zurückgegeben.

Das Preisausschreiben ist s. Zt. in Heft Nr. 18 dieser Zeitschrift vom 15. September 1922 veröffentlicht worden.

Berlin, im Februar 1924.
W 9, Köthener Strafse 28/29.

Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Die Turbolokomotive, ihre Wirtschaftlichkeit, Bauart und Entwicklung.

Von Regierungsbaurat **R. P. Wagner**, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin.

(Vortrag, gehalten auf der Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Lübeck, für den Druck erweitert.)

(Fortsetzung von Seite 8).

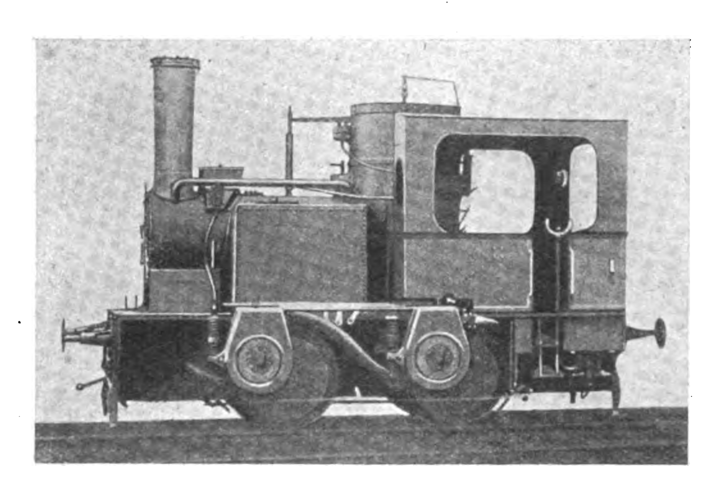
In den Ausführungen des Heftes 1 sind die Grundforderungen an die Bauart und Stärkeverhältnisse der Turbolokomotive dargelegt, wie sie sich durch Berechnung, technische Überlegung und einzelne Versuche an den wenigen ausgeführten Turbomaschinen ergeben. Über sie sind bisher noch keine zusammenhängenden Versuchsergebnisse bekannt geworden, doch deuten Neubauten und Umbauten an, dafs einzelne Bauteile der Verbesserung dringend bedurften, während andere anscheinend besser befriedigten. Wenn sich auch dabei kurze Wiederholungen von früher Gesagtem nicht ganz umgehen lassen, erscheint doch eine kurze Schilderung der bisher gebauten Turbolokomotiven zweckmäfsig, um die Wege zu zeigen, auf denen jeder der Konstrukteure den Erfolg gesucht hat.

Die ersten Turbolokomotiven wurden im Jahre 1910 in Italien von Silvestri und in England von Ramsay gebaut. Die italienische Maschine (Abb. 1) macht ganz den Eindruck eines Vorversuchs. Eine alte 0-B-0-Tenderlokomotive kleinster Abmessungen mit etwa 60 qm Heizfläche und 10 at Überdruck wurde zu einer 0-AA0-Maschine mit Antrieb durch zwei kleinste Dampfturbinen nicht bekannter Bauart umgebaut. Die Turbinen arbeiteten gegen atmosphärischen Druck und verbrauchten 16 kg Dampf für 1 PS.St. Die höchste Leistung der Maschine soll 100 PS betragen haben, ein für die genannte Heizfläche unwahrscheinlich niedriger Wert. Der Abbildung nach ist jedoch zu vermuten, dafs die Leistungszahl etwa richtig ist, während es schwer sein dürfte, in dem dargestellten Kessel 60 qm Heizfläche unterzubringen. Die Verbrauchsziffern der Turbinen sind für Auspuffturbinen durchaus wahrscheinlich, sogar niedrig, aber für den Betrieb durchaus unbefriedigend, da sie sich etwa in der Gröfsenanordnung des Dampfverbrauchs von Sattdampfkolbenlokomotiven halten.

Die englische Lokomotive (Abb. 2), eine Tendermaschine mit zwei vierachsigen Drehgestellen und einem durchlaufenden festen Rahmen, bediente sich der elektrischen Arbeitsübertragung. Oberhalb des einen Drehgestells ist der ziemlich kleine Kessel untergebracht, hinter ihm auf Rahmenmitte die Maschinenanlage und hinten über dem anderen Drehgestell der Kühler.

Die Maschinenanlage besteht aus einer Parsons-Turbine von 3000 Umdrehungen in der Minute. Sie ist gleichachsig mit einem Generator gekuppelt. Der hier erzeugte Strom fliefst 4 Motoren zu, von denen je zwei in jedem Drehgestell sitzen und jeder eine Achse antreibt.

Abb. 1. Turbolokomotive von Silvestri.



Der Abdampf der Turbine wird in einem Strahlkondensator niedergeschlagen. Es ist nur ein Reinwasserkreislauf vorhanden. Das Kühlwasser wird vom Vorratsbehälter unterhalb des Kühlers durch eine Pumpe in den Kondensator und weiter in einen Heifswasser-Ausgleichbehälter gedrückt. Von dort wird die jeweils erforderliche Menge durch die Speisepumpe in den Kessel gefördert, der Überschufs wird durch eine dritte Pumpe dem Kühler zugeführt.

Dieser ist ein geschlossener Oberflächenkühler mit künstlicher Luftzuführung. Die im Kühler erwärmte Luft wird dem Kesselrost zugeführt.

Die Versuchsergebnisse dieser Lokomotive sind nicht bekannt geworden. Es ist jedoch ohne weiteres zu ersehen, dafs das Lokomotivgewicht im Verhältnis zur Leistung recht grofs

sein mufs, so dafs ein Teil der Ersparnisse durch gröfseren Fahrwiderstand wieder aufgezehrt wird. Ein weiterer wesentlicher Teil dürfte durch die elektrische Übertragung aufgezehrt werden. Ziemlich zweifelhaft erscheint, ob der kleine Kühler ausreicht, um einen guten Enddruck zu halten. Die gewählte Art der Luftvorwärmung bringt keinen praktischen Nutzen, da die Luft höchstens auf $50^0 = 3{,}3$ v. H der Verbrennungstemperatur vorgewärmt wird. Immerhin ist die Maschine alles in allem ein interessanter ernst zu nehmender Versuch.

Im Jahre 1921 nahm die Ramsay-Gesellschaft die durch den Krieg unterbrochenen Studien wieder auf und liefs bei Armstrong, Whitworth und Co. in Newcastle on Tyne eine zweite Turbolokomotive erbauen, die in wesentlichen Teilen von der ersten abweicht und vor allem eine gröfsere Leistung aufweist. Immerhin ist die Leistung der Turbine nur auf 1200 PS gebracht worden, eine Leistung, die nur bei der anerkannt leichten Bauart der englischen Personenwagen für den Schnellzugbetrieb ausreicht. Die frühere Tendermaschine ist in zwei Fahrzeuge völlig symmetrischer Achsanordnung aufgelöst worden (Abb. 3). Die Achsanordnung der Lokomotive einschliefslich des Tenders ist 1 C + C 1, die Gesamtlänge 21,2 m, pas Leergewicht zusammen 112,4 t. Der Grund für die Auflösung liegt in dem gröfseren Gewicht und Raumbedarf, der Grund für die ängstlich gewahrte Symmetrie in der bereits früher erwähnten Überführung eines grofsen Vakuumrohres mit beweglichem Zwischenstück von der Lokomotive nach dem Tender, die auf Grund eines sehr beliebten Trugschlusses die Kupplung nach dem idealen Kupplungspunkt zu fordern schien. Beide Fahrzeuge sind daher durch ein Universalgelenk ohne einseitige Seitenverschieblichkeit verbunden.

Abb. 2. Erste Turbolokomotive von Ramsay.

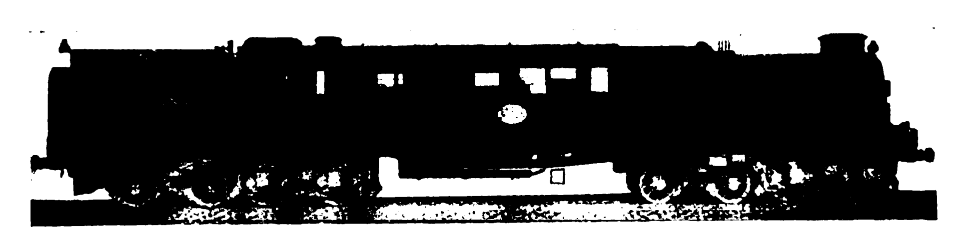
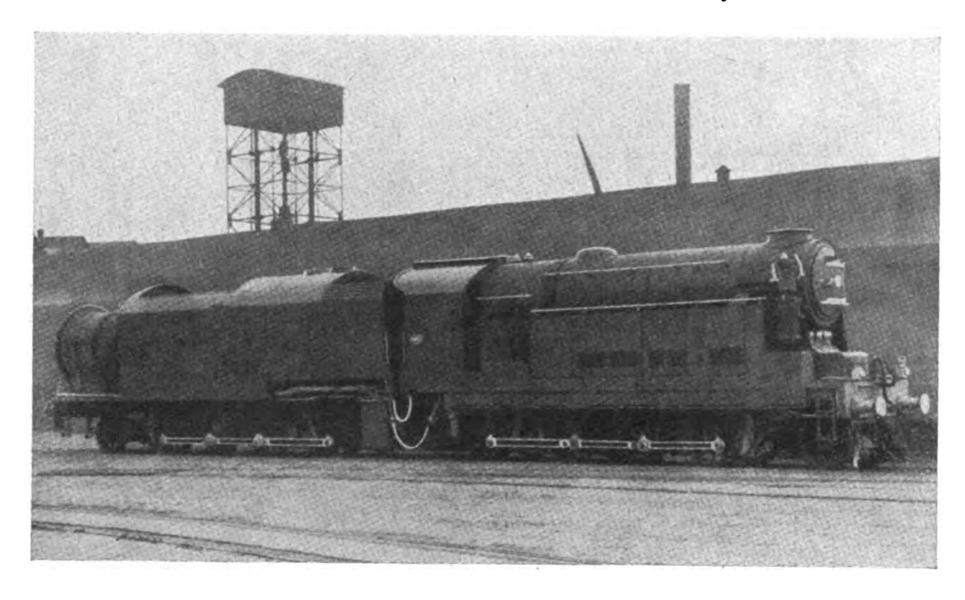


Abb. 3. Zweite Turbolokomotive von Ramsay.



Die Hauptantriebsturbine und die mit ihr unmittelbar, aber elastisch gekuppelte Drehstromdynamo, ferner eine Hilfsturbine und eine von ihr angetriebene Gleichstromdynamo sind auf dem vorderen Fahrzeug längs halb unter dem Kessel, der geschlossene Oberflächenkondensator mit seinem Ventilator sowie dem Wasser- und Kohlenvorrat sind ohne Rücksicht auf die weiter vorn geschilderte Schwierigkeit, eine bewegliche Vakuumleitung im Dauerbetriebe einwandfrei dicht zu halten, auf dem Tender untergebracht.

Die in der Hauptdynamo erzeugte elektrische Arbeit wird vier Fahrmotoren zugeleitet, von denen je zwei unter der Lokomotive und unter dem Tender sitzen; beide Motoren jedes Fahrzeuges treiben gemeinsam durch Ritzel eine zwischen ihnen liegende Blindwelle in Höhe der Treibachsmitte an.

Die Hauptturbine ist eine Parsons-Aktionsmaschine mit 9 Stufen und einem mittleren Schaufelkreisdurchmesser von rd. 900 mm. Sie wird betrieben mit Dampf von 14 at und 340^0 C bei einem Vakuum von 92 v. H. und einer höchsten Drehzahl von 3600 in der Min. Die Hauptturbine treibt einen Drehstromgenerator, der bei 3600 Umdrehungen 890 kVA. abgibt und 600 Volt Spannung hat. Die einstufige Hilfsturbine treibt eine Gleichstromdynamo, die den Erregerstrom für die Hauptmaschine, die Antriebskraft für den Kühlerventilator, die Kühltrommel, Kondensatorluftpumpe und aufserdem Strom für die elektrische Zugbeleuchtung hergibt. Dieser Maschinensatz läuft ebenfalls mit 3600 Umdrehungen. Ein Ventilator für die Feueranfachung des Kessels ist im Führerhause angeordnet. Der Kessel hat 2,64 qm Rostfläche, rund 116 qm Heizfläche und rund 27,9 qm Überhitzerheizfläche.

Der Kondensator ist ein ringförmiges Rohrbündel, dessen Rohre vorn und hinten in je eine Kammer eingewalzt sind; der Abdampf tritt durch die eine in das Bündel, das Kondensat verläfst es durch die andere, läuft in einen Vorratsbehälter und wird wieder dem Kessel zugeführt.

Das Rohrbündel dreht sich langsam in einer Kammer, die bis zu annähernd halber Höhe mit Wasser gefüllt ist. Das Wasser wird selbstätig auf gleicher Höhe gehalten. Bei der Drehung tauchen die Rohre vorübergehend in das Wasser. Oberhalb der Wasseroberfläche wird ein starker Luftstrom durch den aus dem Wasser ragenden Teil des Bündels geleitet. Die Kühlluft tritt durch eine (an der hinteren Stirnwand des Tenders angeordnete) Leitschaufel in den Ventilator ein, wird also um 180^0 umgelenkt und strömt durch den Kühler in Fahrtrichtung zur Lokomotive. Kessel- und Kühlwasser werden streng getrennt gehalten. Ersteres läuft in völlig geschlossenem Kreislauf und erfordert daher wenig Nachspeisen; der Vorteil hiervon zeigt sich besonders in Gegenden mit schlechtem Wasser.

Die vier Triebmotoren sind Drehstromschleifringmaschinen mit Ventilatorkühlung. Jeder hat rund 280 PS Dauer- und 365 PS Stundenleistung. Bei 96 km/Std. machen sie 1175 Umdrehungen bei 600 Volt aufgedrückter Spannung.

Die Zugkraft am Radumfang während der Beschleunigung von 0 bis 97 km/Std. ist:

km Std.	0	24	48	96
Zugkraft kg	10000	10000	5000	3900

bei 96 km/Std. in der Beharrung: 2720 kg.

Das Anfahrmoment der Motoren ist etwa das dreifache des normalen Drehmoments und wird wie folgt erzielt:

Vor dem Anfahren wird die Hilfsturbine auf volle Drehzahl gebracht, die Hauptdynamo erregt und die Nebenapparate werden in Gang gesetzt. Dann wird die Haupttturbine auf halbe Drehzahl, d. h 1800 Umdrehungen, gebracht. Die Motoren sind in Kaskade, d. h. in Serie geschaltet. Dann kann die Lokomotive anfahren.

Wenn eine Turbine vom Stillstand bis zur vollen Drehzahl beschleunigt wird, nimmt ihr Drehmoment im Verhältnis 2 : 1 ab, und bei halber Drehzahl ist es das 1,5 fache des normalen. Das ist der Fall, wenn die Haupttturbine mit 1800 Umdrehungen läuft. Andererseits entwickeln zwei Wechselstrommotoren, in Kaskade geschaltet und mit der halben Generatordrehzahl laufend, ein doppelt so grofses Drehmoment als wenn sie parallel geschaltet sind und ihnen dieselbe Arbeitsmenge zufliefst. Mithin ist bei Kaskadenschaltung der Motoren und halber Turbinendrehzahl das Drehmoment von Null bis zu $^1/_4$ der Normaldrehzahl $2 \times 1,5 =$ dem dreifachen des normalen. Dann werden die Motoren parallel geschaltet, während die Turbine noch immer mit halber Drehzahl arbeitet, die Lokomotive wird dabei von $^1/_4$ auf $^1/_2$ der normalen Geschwindigkeit gebracht. Dann wird die Haupttturbine auf volle Drehzahl gebracht, und das Moment sinkt vom 1,5 fachen zum normalen.

Die Geschwindigkeitsregelung geschieht durchweg elektrisch mit einer Schaltwalze, nachdem Haupt- und Hilfsturbine vom Führerstand aus angestellt sind. Solange die Schaltwalze in Nullstellung liegt, sind die Motoren stromlos und in Kaskade geschaltet. Zum Anfahren wird die Walze auf den ersten Kontakt gedreht und der Erregerstromkreis geschlossen. Alle Widerstände liegen noch im Stromkreise. Durch Weiterdrehen werden allmählich die Widerstände ausgeschaltet, bis 24 km Std. erreicht sind. Soll die Geschwindigkeit weiter erhöht werden, dann dreht man die Schaltwalze weiter, schaltet dadurch die Motoren parallel und die Widerstände wieder ein Die Motoren ziehen wieder an, und die Widerstände werden allmählich ausgeschaltet, bis etwa 48 km/Std. erreicht sind. Jede weitere Schaltstellung entspricht einer bestimmten Lokomotivgeschwindigkeit. Durch Weiterdrehen der Walze wird der Regelwiderstand der Haupttturbine beeinflufst und die Dreh- und Periodenzahl der Hauptdynamo erhöht. Dadurch wird die Lokomotive von 48 auf 96 km beschleunigt.

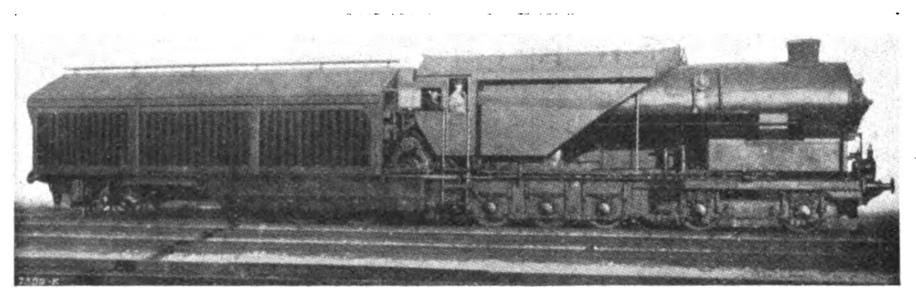
Eine Verzögerung erreicht man durch schnelle Rückdrehung der Schaltwalze in Nullstellung. Die Schaltung durchläuft dieselben Stufen wie oben beschrieben rückwärts, auf Null wird die Erregung unterbrochen, die Fahrmotoren bleiben in Kaskade geschaltet.

Auch für diese Lokomotive gilt bezüglich des Gewichts das bei der ersten Ausführung Gesagte. Die Nutzleistung, auf die es letzten Endes allein ankommt, wird durch das grofse Lokomotivgewicht und die elektrische Übertragung stark beeinträchtigt, die Lokomotive wird teuer in der Herstellung und Unterhaltung. Selbst durch die günstigsten Anordnungen dürften sich in dieser Hinsicht bei Elektro-Turbolokomotiven keine restlos befriedigenden Verhältnisse erreichen lassen. Der geschilderte Kondensator und Kühler erzielt unstreitig bei geringem Wasser- und Kraftverbrauch und geringem Gewicht eine grofse Kühlleistung. Der Apparat ist jedoch in seinem Aufbau so verwickelt und empfindlich, dafs er im Dauerbetriebe voraussichtlich versagen wird, denn die Abdichtung des rotierenden Gehäuses gegen die Abdampfleitung und ebenso dieser Leitung an der Verbindungsstelle beider Fahrzeuge mufs die gröfsten Schwierigkeiten verursachen.

Die nächst zu nennende Turbolokomotive, die der schwedischen Ljungström Dampfturbinen-Gesellschaft, ist ein interessantes Beispiel dafür, wie ein hochbegabter Ingenieur, beschlagen auf allen Gebieten des allgemeinen Maschinenbaues und über die Grundanforderungen des Lokomotivbaues im wesentlichen unterrichtet, sich die Lösung von Lokomotivbauproblemen gedacht hat. Die ganze Maschine ist ohne jede Anlehnung an übliche Bauformen, sozusagen ohne Vorlagen, hingestellt, technisch und kinematisch stets theoretisch völlig korrekt, aufserdem auf alleräufserste Brennstoffersparnis hin durchdacht, aber — ohne jede Rücksicht auf die ersten praktischen Forderungen des Lokomotivbaues: lange Lebensdauer aller Teile, Einfachheit und leichte Wiederherstellbarkeit — durchgebildet.

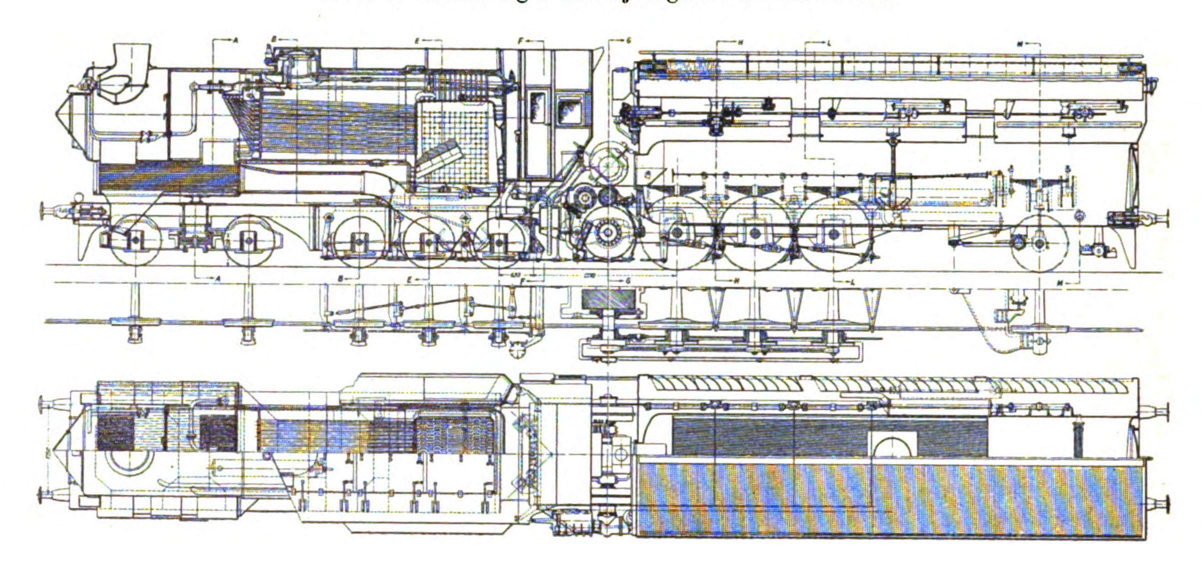
Wie schon an früherer Stelle ausgeführt, ist bei dieser Maschine der Kondensator und Rückkühler vereinigt, als geschlossener Luftkühler ohne Verdunstung ausgebildet und auf dem Tender der aus zwei Fahrzeugen bestehenden Lokomotive untergebracht worden (Abb. 4). Das bedeutet folgerichtig, dafs auch die Turbine auf dem Tender untergebracht und dieser angetrieben wurde. Das vordere Fahrzeug ist reiner Kesselwagen ohne Antriebsvorrichtung, der vorn durch ein zweiachsiges Drehgestell, hinten durch drei feste Laufachsen getragen wird. Über dem Stehkessel ist, für den Betrieb denkbar ungünstig, der Kohlenbehälter von 7 t Inhalt, untergebracht. Die Bauart des für 20 at Betriebsüberdruck und 1800 PS_i Leistung gebauten Kessels weicht nicht wesentlich von der Regelbauart ab (Abb. 5), nur fällt die Kleinheit der Abmessungen für die grofse Maschine auf. Er hat 2,6 qm Rostfläche, 115 qm Verdampfungs- und 80 qm Überhitzerheizfläche. Die Rohre des Langkessels sind mit einem Kleinrohrüberhitzer ähnlich der Schmidtschen Bauart besetzt; sie sind kurz, so dafs die Rauchgase im Gleichgewichtszustande mit etwa 320° abziehen. Diese fühlbare Wärme wird ihnen zum Teil in einem unter der Rauchkammer liegenden Vorwärmer für die Verbrennungsluft entzogen (Abb. 6 und 7). Sie werden auf etwa 150° abgekühlt und erwärmen die Luft im Gegenstrom auf dieselbe Temperatur. Der Lufterhitzer besteht aus einem Bündel Messingrohre von zusammen 166 qm Heizfläche. Durch diese strömt die Luft und fliefst weiter durch einen Kanal in den allseitig geschlossenen Aschkasten. Die breite Aufprallfläche genügt während der Fahrt, um die Luft mit Überdruck bis unter den Rost zu befördern; um beim Feuern Unfälle zu vermeiden, mufsten daher vorn vor den Einströmöffnungen der Luftrohre Drehklappen angeordnet werden, die in Abb. 7 links sichtbar sind und die beim Öffnen der Feuertür selbsttätig geschlossen werden. Aus der Vorderhälfte der unterteilten Rauchkammer werden die Rauchgase dann durch einen mit Hilfsturbine angetriebenen Ventilator von 10000 Umdr. i. d. Min. abgesaugt und ins Freie gedrückt. Die Ventilatorturbine arbeitet mit vollem Kesseldruck gegen 5 at Gegendruck. Ihr Abdampf wird, um jede Vakuumverbindung zwischen beiden Fahrzeugen zu vermeiden, entweder in einem Speisewasservorwärmer niedergeschlagen oder einer dem Enddruck entsprechenden Stufe der Haupttturbine zugeführt.

Abb. 4. Turbolokomotive von Ljungström.



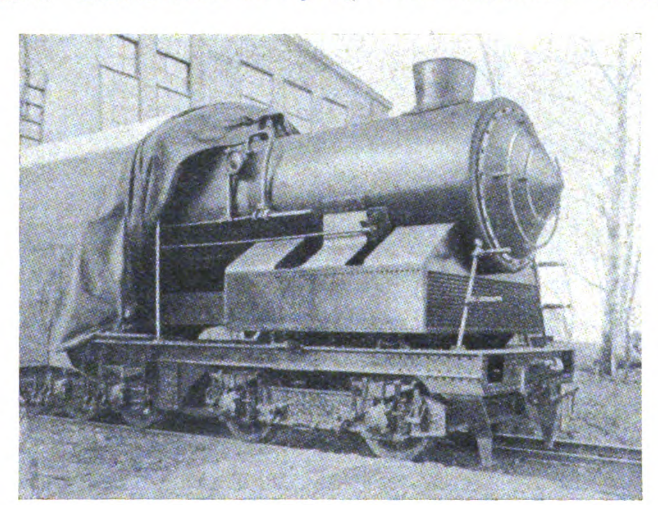
Das Trieb- und Kühlerfahrzeug, dem äußeren Anschein nach wohl am besten Tender genannt, obwohl es den Kesselwagen vor sich herschiebt, ruht vorn auf einem dreiachsigen Triebgestell, hinten auf einer weit zurückliegenden Bisselachse. Die Lager der gekuppelten Achsen sind in einem besonderen Rahmen sehr geschickt zusammengefaſst; derselbe Rahmen trägt auch die Hauptturbine, ihr Vorgelege und die Blindwelle. Die Turbine ist demnach unmittelbar auf dem Führerstande, wenn auch rückwärts vom Personal, leicht übersehbar angeordnet. Der Treibdampf wird ihr vom Kessel durch ein Stahlrohr zugeleitet, das an der Trennstelle beider Fahrzeuge durch eine Schleife groſsen Durchmessers leidlich nachgiebig gemacht ist.

Abb. 5. Kesselwagen der Ljungström-Lokomotive.



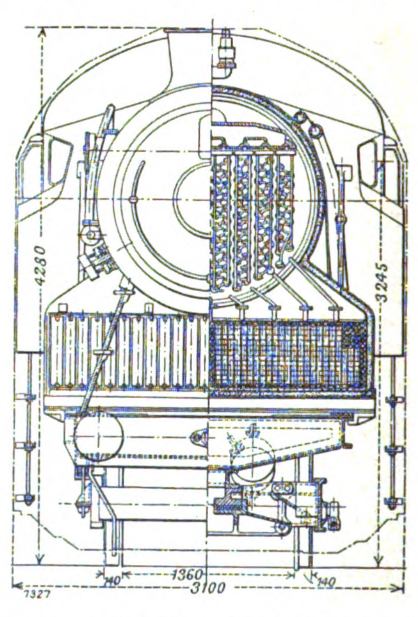
Dieses Hauptdampfrohr führt längs durch den Führerstand. Plötzlich auftretende Undichtigkeiten oder ein Bruch kann zu den schwersten betrieblichen Folgen führen. Daneben wird das Personal dauernd durch das unvermeidliche Geräusch der Turbinenanlage stark in seinen betrieblichen Aufgaben behindert werden.

Abb. 6. Luftvorwärmer der Ljungström-Lokomotive. Ansicht.



Die Hauptturbine (Abb. 8) ist eine Druckturbine mit zwei vorgeschalteten Geschwindigkeitsstufen und Düsenbeaufschlagung. Der Dampf durchstreicht die Laufschaufeln in achsialer Richtung abweichend von dem radialen Eintritt bei Ljungströms ortsfesten Turbinen. Der Rotor der Druckstufen ist als Trommel aus einzelnen Ringen gebildet. Nach dem Durchfluſs durch die vorletzte Stufe wird der Dampf durch einen Ringkanal im Turbinengehäuse um 180° umgelenkt; die Laufschaufelreihe der letzten Stufe ist auſsen auf die der vorletzten gesetzt, so daſs die letzte Scheibe einen wesentlich gröſseren Durchmesser hat als die andere (Abb. 9 vorn) und etwa das doppelte Drehmoment an die Welle abgibt. Die Umlenkung war erforderlich, um die Baulänge zu verkürzen und den Austritt des Abdampfes in die Mitte des Gehäuses zu verlegen. Jede Düse wird durch ein Ventil abgeschlossen, das unabhängig von den anderen durch Drucköl gesteuert wird. Zur Betätigung der Düsensteuerung, der später behandelten Fahrtrichtungsschaltung und zur Schmierung der Zahnräder dient eine zentrale Druckölanlage.

Abb. 7. Luftvorwärmer der Ljungström-Lokomotive. Schnitt.



Die Turbine entwickelt 1800 PS max. an der Welle bei 9200 Umdrehungen i. d. Min. entsprechend der höchsten Lokomotivgeschwindigkeit von 110 km/St.

Zu beiden Seiten der Turbine (Abb. 10) ist die Welle durch nachgiebige Kupplungen mit Hohlwellen verbunden, die in den hohlen Ritzelwellen liegen und mit diesen ihrerseits an den beiden Auſsenseiten elastisch gekuppelt sind. Jedes der

beiden Ritzel ist zweimal gelagert und jedes arbeitet auf ein Zahnrad, das fliegend auf einem Ende der Vorlegewelle sitzt. In der Mitte dieser ebenfalls hohlen Welle sind wiederum zwei Ritzel angeordnet, die bei Vorwärtsfahrt auf Zahnräder der Blindwelle arbeiten.

Die Zahntriebe sind völlig gekapselt; das Hauptgehäuse umschliefst die Zahnräder der Blindwelle und die Ritzel des Zwischenvorgeleges; es trägt auch die Lager der Vorgelegewelle. Die beiden seitlichen Gehäuse umschliefsen je ein Zahnrad der Vorgelegewelle mit dazugehörigem Ritzel. Sie stützen sich mit Kugellagern auf die Enden dieser Welle und sind um diese drehbar angeordnet. Die Verbindung mit dem Hauptgehäuse erfolgt durch einige an beiden Enden kugelig ausgebildeten Bolzen. Durch diese Anordnung wird eine gleichmäfsige Kraftübertragung zwischen den abgefederten Zahnrädern und ihren Ritzeln auf beiden Seiten erzielt, weil sich die Räder der beiden Antriebsseiten unabhängig von einander frei einstellen können.

Da die Turbine nur in einer Richtung umläuft und keine Rückwärtsturbine vorhanden ist, mufste eine besondere Vorrichtung im Getriebe vorgesehen werden, die der Lokomotive die Rückwärtsfahrt ermöglicht. Zu diesem Zweck werden zwischen die Räder der Blindwelle und die Ritzel der Vorgelegewelle zwei Wechselräder eingeschaltet, die die Drehrichtung der Blindwelle umkehren. Das kann nur dadurch erfolgen, dafs diese gesenkt wird, um ihre Zahnräder aus dem Eingriff der zugehörigen Ritzel der Vorgelegewelle zu entfernen. Zu diesem Zweck ist die Blindwelle auf zwei schweren Hebeln gelagert, die ihren Drehpunkt unter dem Kondensator haben und mit deren Hilfe die Senkung der Welle erfolgt. Gleichzeitig wird das vorher erwähnte Wechselräderpaar mit dem Ritzel des Vorgeleges und dem grofsen Zahnrad der Blindwelle in Eingriff gebracht. Die Senkung der Blindwelle und die Einschaltung der Zwischenräder erfolgt, wie schon erwähnt, mittels Drucköl. So sinnreich diese Einrichtung auch getroffen ist, so ist sie doch nur konstruktives Blendwerk, da bei feiner Verzahnung und Übertragung grofser Leistungen die bewegliche Kurbelwelle für den fehlerfreien Eingriff der Zahnräder auf die Dauer ungeeignet ist. Da ferner, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, die Zahnräder schräge Verzahnung haben, müssen die Zähne des Zwischenrades in zwei Richtungen schräg geschnitten werden, die sich über kreuzen. Anstatt der Zähne bleiben also nur noch einzelne Finger stehen, die mit den anderen Zahnrädern in Eingriff kommen. Da die tragende Zahnlänge infolgedessen auf etwa die Hälfte reduziert wird, sind die Zähne sehr hoch beansprucht. Ganz besonders nachteilig ist dabei, dafs auch die Räder, mit denen das Zwischenrad bei Vorwärtsfahrt im Eingriff steht, ungleichmäfsig abgenutzt werden, so dafs mit der Zeit auch bei der Vorwärtsfahrt die Verhältnisse ungünstig werden.

Den meisten Platz im Triebfahrzeug beansprucht der Kondensator = Kühler (Abb. 11, Querschnitt). Er besteht aus einem rund 9 m langen Kessel von etwa 1500 mm Durchmesser, der sich über die ganze Länge des Fahrzeugs hinzieht und halb mit Wasser gefüllt ist. Der Abdampfstutzen der Turbine mündet unmittelbar in der vorderen Stirnseite dieses Kessels. Über diesem Kessel liegt in einigem Abstande ebenso langgezogen ein kleinerer Kessel, der mit dem grofsen durch zwei senkrechte Rohre in Verbindung steht. Von dem Oberkessel zweigen nach beiden Seiten die eigentlichen Kondensator- bzw. Kühlerelemente ab, die dicht nebeneinander liegend das ganze Dach des Wagens bilden. Jedes Kühlerelement besteht aus zwei kurzen prismatischen Hohlkörpern, die unten offen sind und an je einer Seite durch dünne flachgeprefste Kupferrippenrohre miteinander in Verbindung stehen. Diese sind mit ihren flachen Seiten dicht nebeneinanderliegend in die

Abb. 8. Turbine der Ljungström-Lokomotive.

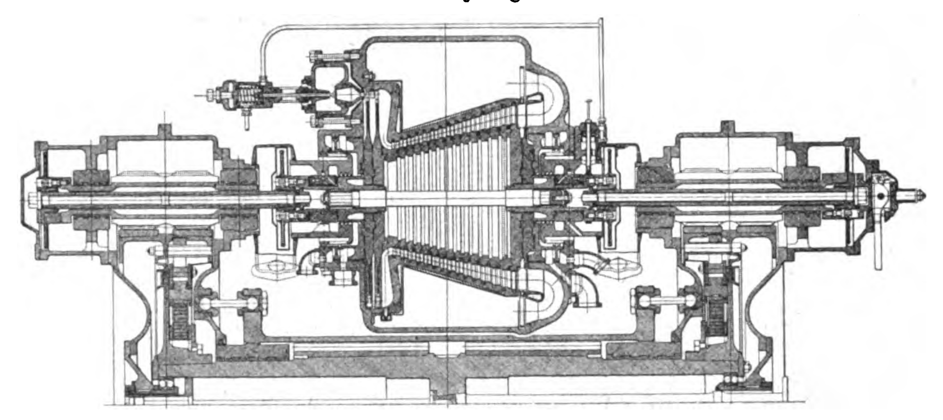


Abb. 9. Turbine der Ljungström-Lokomotive.

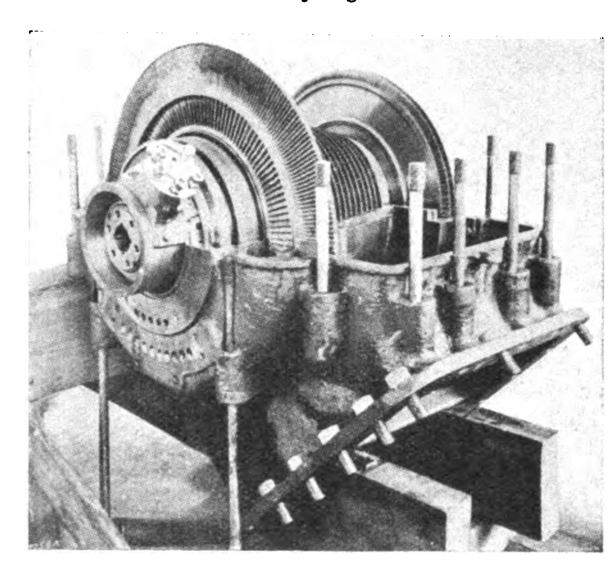
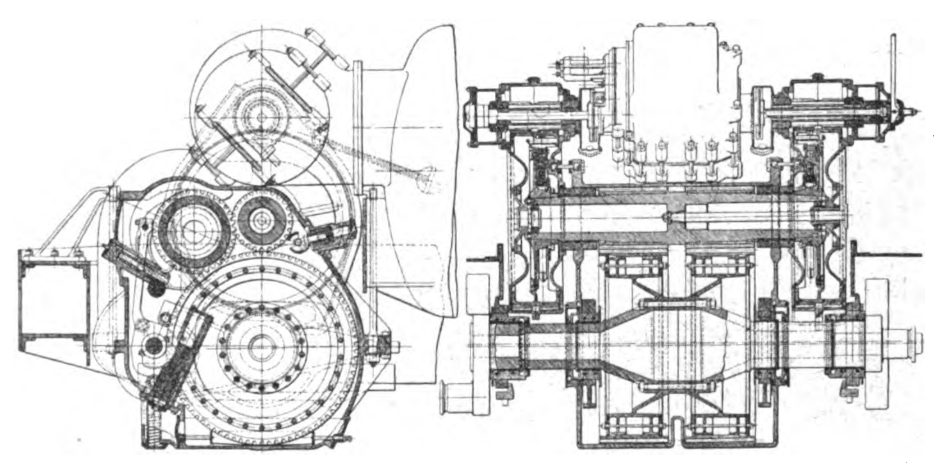
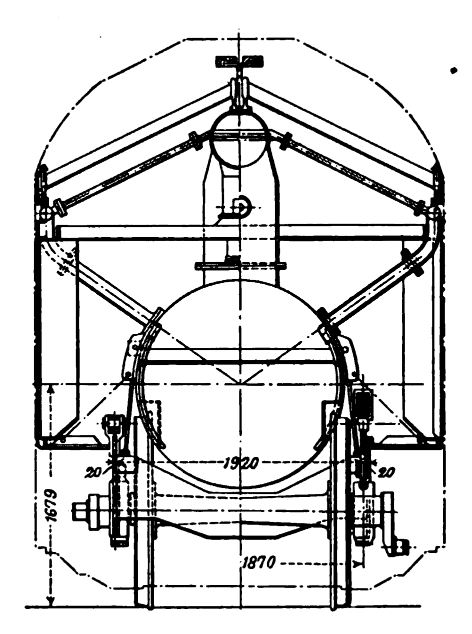


Abb. 10. Vorgelege der Ljungström-Lokomotive.



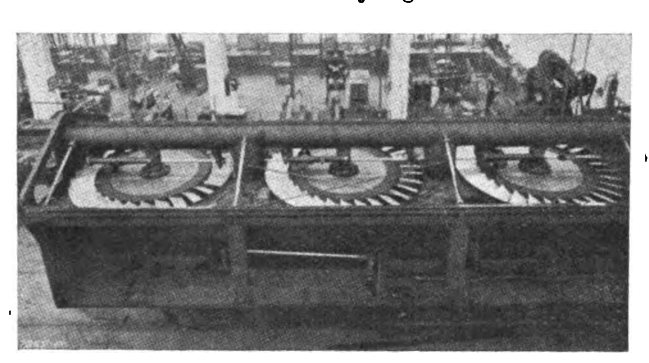
Hohlkörper eingelötet. Die flachgeprefsten Seiten der Kupferrohre sind mit Rippen und Warzen versehen, durch die sie sich gegenseitig abstützen und die zwischen den einzelnen Rohren einen schmalen Spalt frei lassen. Durch den Spalt mufs sich die Kühlluft hindurchzwängen. Durch kreuzweise Lage der Rippen gegeneinander wird die Luft kräftig durch-

Abb. 11. Kühler der Ljungström-Lokomotive.



einander gewirbelt und der Wärmeübergang begünstigt. Das offene Ende des einen Hohlkörpers mündet in den Oberkessel, während das offene Ende des anderen Körpers in Rohre mündet, die sich auf beiden Seiten des Wagens entlangziehen und die mit dem Unterkessel durch Querrohre in Verbindung stehen. So reiht sich ein Kühlerelement neben das andere über die ganze Länge des Fahrzeuges; alle bilden zusammen eine Kühlfläche von mehr als 1000 qm. Zwischen den beiden Kesseln sind in horizontaler Lage drei Schraubenräder angebracht (Abb. 12), die die Kühlluft durch Leitschaufelreihen

Abb. 12. Kühlerventilator der Ljungström-Lokomotive.



an den Seitenwänden des Fahrzeuges von aufsen ansaugen und durch die Kühlerelemente hindurch nach oben ins Freie drücken. Die Leitschaufeln sind so geformt, dafs bei Vorwärtsfahrt die an den Aufsenwänden entlang streichende Luft leicht eintreten kann und dann nach der Mitte des Wagens gelenkt wird. Die Schraubenräder werden von Reibungsrädern angetrieben, die ihre Arbeit von einer den Kühlwagen längs durchlaufenden Welle abnehmen. Diese Welle wird durch Kegelräder von der Vorgelegewelle des Hauptgetriebes angetrieben. Durch Verschieben der Reibungsräder auf den Reibscheiben kann die Menge der Kühlluft verändert werden. Die drei Schraubenräder sind imstande, stündlich etwa 430000 cbm Luft umzuwälzen. Die senkrechte Achse des mittleren Schaufelrades ist nach unten bis in den Wasserteil des Unterkessels verlängert und trägt hier eine Kreiselpumpe, die das Wasser auf ein langgestrecktes Blech in den oberen Teil des Kessels schöpft; von dort rieselt es fein verteilt in den Wasserräumen nieder. Das Blech wirkt als zusätzlicher Oberflächenkühler; der aus dem Abdampfstutzen der Turbine vorn in den Kessel eintretende Dampf mischt sich innig mit dem niederrieselnden Wasser, wird dadurch gekühlt und zum Teil niedergeschlagen. Der Rest strömt durch die beiden senkrechten Rohre nach dem Oberkessel; er verteilt sich von dort in die Kühlerelemente und wird niedergeschlagen. Das Kondensat fliefst nach den Seiten ab, sammelt sich in den beiden äufseren Längsrohren und fliefst durch die Querverbindungsrohre in den Unterkessel ab. Der Wasservorrat im Kondensatorkessel dient nicht nur als Reserve für das Speisewasser des Dampfkessels, sondern gleicht auch die Kondensatorleistung aus und befähigt den Kondensator, für kurze Zeit mit hoher Überlastung zu arbeiten. In Zeiten geringer Belastung wirkt er als Kühlspeicher, dessen Kälteinhalt in Zeiten höherer Belastung durch allmähliche Erwärmung des Wassers wieder aufgezehrt wird.

Die reine Luftkühlung des Wassers hat, wie schon früher erwähnt, den Vorteil, dafs die Lokomotive ohne Wasserverlust arbeitet. Dem stehen aber die bekannten Nachteile gegenüber, dafs der Kondensator für eine leistungsfähige Lokomotive so grofs, so vielteilig und so teuer in der Ausführung wird und so viel Kraft verbraucht, dafs seine Ausführung, wie schon früher erwähnt für grofse Lokomotiven äufserst schwierig ist.

Die Gesamtoberfläche der Kühlerelemente beträgt, wie oben erwähnt, etwa 1000 qm. Bei einer Überschlagsrechnung eingangs dieses Aufsatzes ergab sich für einen Wärmeübergang von 40 W.E. qm/Std. und durchschnittliche Temperaturen von Luft und Dampf eine Kühloberfläche von 2900 qm; demnach sollte die Ljungströmmaschine mit ihren 1800 PS mindestens 2600 qm Kühlfläche haben.

Die Wärmeübergangszahl 40 mag etwas vorsichtig angenommen sein, immerhin ist der Sprung von 2600 auf 1000 qm nicht ohne weiteres verständlich. Es mufs bis zur Veröffentlichung eingehender Versuchsergebnisse angenommen werden, dafs einmal die Wärmeableitung durch natürlichen Zug auf der ganzen Oberfläche von Ober-, Unterkessel und Verbindungsrohren ziemlich grofs ist, sodann dafs die Lufttemperaturen bei den Versuchen in Mittelschweden wesentlich unter der hier angenommenen lagen und dafs schliefslich die Zeiträume, während deren mit 1800 PS gefahren wurde, so kurz waren, dafs die Mehrleistung aus dem Kühlspeicher gedeckt wurde.

Von den Hilfsmaschinen der Ljungströmlokomotive ist noch die Dampfstrahlpumpe zu erwähnen, die die Luft aus dem Kondensator entfernt, ferner die Kondensatpumpe, die das Kondensat aus dem Wasserkessel absaugt und einer Speisepumpe zuführt. Diese fördert das Speisewasser durch drei in Wärmestufen hintereinander geschaltete Abdampfvorwärmer in den Dampfkessel. Beide Pumpen sind durch besondere kleine Turbinen angetrieben, deren Abdampf in den Vorwärmern ausgenutzt wird. Durch alle diese Einrichtungen soll eine Kohlenersparnis bis zu 50 % gegenüber der gewöhnlichen Kolbenlokomotive erzielt worden sein.

Etwa zu derselben Zeit, wo die Brüder Ljungström mit ihrer Versuchslokomotive ungefähr ein Maximum der Vielteiligkeit und schwierigen Behandlung erreichten, wurde von der im Wasser- und Dampfturbinenbau erfahrenen Firma Escher Wyss und Co. im Verein mit der Lokomotivfabrik Winterthur eine altbrauchbare 1 C-Sattdampflokomotive der Schweizer Bundesbahn zu einer 2 C-Heifsdampfkondenslokomotive mit Antrieb durch eine Zoelly-Turbine umgebaut. Abb. 13 zeigt ihre älteste Ausführungsform.

Der äufsere Aufbau der Lokomotive weicht nicht wesentlich von dem üblichen ab. Die Turbine der Bauart Zoelly liegt, wie deutlich sichtbar, mitsamt der Vorgelege und Blindwelle vor der Rauchkammer. Die Rückwärtsturbine sitzt auf der Verlängerung der Marschturbinenwelle in demselben Gehäuse. Vom Enddruckraum der Turbinen ziehen sich auf beiden Seiten die Abdampfrohre um den Rauchkammersattel herum nach hinten zu dem unter dem Langkessel angeordneten V-förmigen Oberflächenkondensator.

Der Rückkühler war als reiner Kamin-Rieselkühler mit natürlichem Zug auf dem überdachten Tender untergebracht; vom Rohwasserbehälter führt, wie auf Abb. 13 deutlich zu sehen, ein Leitungsrohr mit beweglicher Kupplung das Rohwasser zum Kondensator.

Die Nebenmaschinen waren zum grofsen Teile zusammengelegt und hinter dem Kondensator unter dem Langkessel untergebracht.

Bei der ältesten Ausführung des Kondensators war die Kühlfläche etwas zu knapp bemessen. Er wurde deshalb in zwei Kondensatoren unterteilt, die seitlich auf dem Umlauf lagen und bei denen der Abdampf in einem wasserumspülten Rohrnetz niedergeschlagen wurde (Abb. 14). Gleichzeitig mit dem Umbau der Kondensatoren wurde vor der Rauchkammerstirnwand eine neue Saugturbinenanlage vorgesehen, deren Turbine der Einfachheit halber mit Auspuff arbeitet. Diese Anlage befriedigt so, dafs hier schon die Anfänge fester Bauformen gegeben zu sein scheinen.

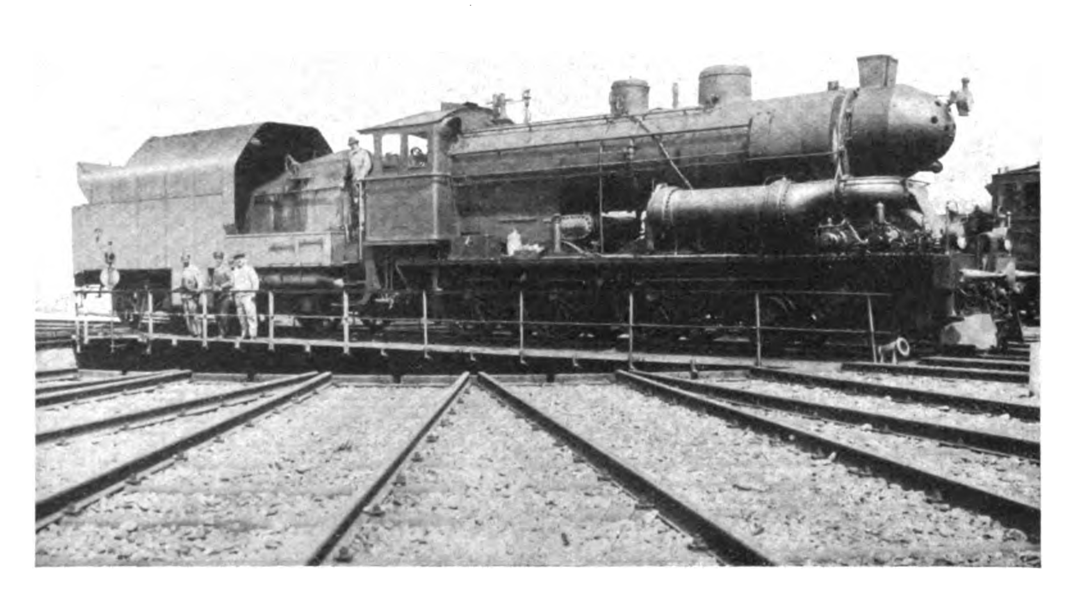
Die Studien der Firma Krupp, die von Escher Wyss die Ausführungsrechte für den Bau ihrer Turbolokomotive erworben hat, haben für eine wesentlich leistungsfähigere Lokomotive zu einer neuen Bauform für die Rückkühlanlage geführt, die in der Lage ist, auf der gleichen Grundfläche wesentlich gröfsere Wärmemengen abzuführen als die von Zoelly für seine Versuchsmaschine zuerst verwandte Bauart des Rückkühlers. Als daher die Maschine dem zweiten Umbau unterzogen wurde, erhielt auch die Rückkühlanlage eine neue Ausbildung, die sich im wesentlichen auf die Vorschläge der Firma Krupp stützt, und bei denen der Kühler in eine Anzahl parallel geschalteter Kammern unterteilt wird, in denen das zu kühlende Wasser von Horden, die mit geeignetem Füllstoff von möglichst grofser Oberfläche bedeckt sind, herabrieselt, während der natürliche Luftstrom, unterstützt durch einen Ventilator, die Kühlluft von vorn und unten her im Gegenstrom zum Wasser durch die Horden hindurchsaugt. Die Kondensatoren behielten ihre ursprüngliche Form, wurden aber dahin geändert, dafs der Dampf wieder wie im Kondensatorenbau üblich, die mit Kühlwasser gefüllten Rohre umspült. Die neue Anordnung ist auf Abb. 15 dargestellt und hat bei einer gröfseren Anzahl von Versuchen durchaus befriedigt.

Neben dem Kühler und Rohwasserbehälter sind auf dem vierachsigen Tender auch die Vorräte an Kohlen und Reinwasser untergebracht. Um den Verbrauch an Reinwasser zu vermindern, wird man bei einer neuen Ausführung von der Verwendung von Auspuffmaschinen wie z. B. der Antriebsturbine für das Saugzuggebläse absehen und alle Maschinen an den Kondensator anschliefsen, soweit deren Abdampf nicht zur Speisewasser-Vorwärmung verwendet werden kann. Die ganze Lokomotive ist für eine Kondensationsmaschine von geradezu erstaunlicher Einfachheit und für eine ganz neuartige Bauform von hoher Betriebssicherheit und Betriebstüchtigkeit. Besonders auffallend

Abb. 13. Turbolokomotive von Zoelly, älteste Form.



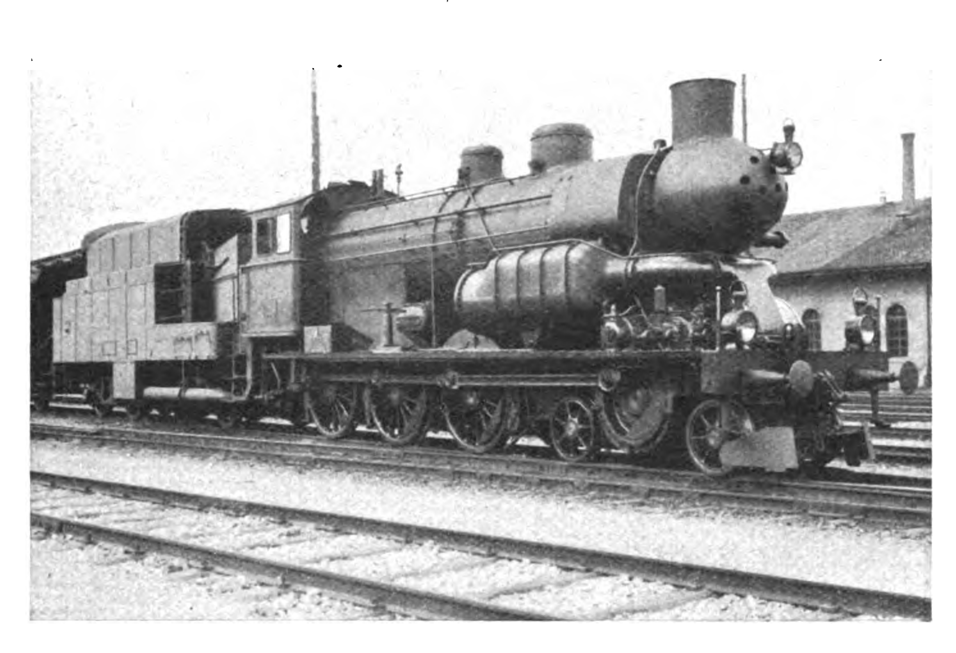
Abb. 14. Turbolokomotive von Zoelly, zweite Form



ist die einfache Handhabung beim Verschiebe- und Streckendienst und die Sicherheit, mit der man die volle Reibungszugkraft ausnutzen und den Zug mit ungewöhnlicher Beschleunigung in Gang bringen kann.

Die Turbine wird beaufschlagt durch 18 Düsen, die in 2 Abteilungen zu 5 und 13 angestellt werden können. Bei vollem Antriebsdruck und voller Beaufschlagung aller 18 Düsen, dem Anfahrzustande entsprechend, kann die Maschine jederzeit zum Schleudern gebracht werden. Für den Marsch kommen die beiden Stufen zu 5 und 13 Düsen in Frage. Die Feinregelung der Leistung zwischen diesen Stufen erfolgt in einfachster Weise durch Drosseln des Reglers. Die hierbei unvermeidlichen Verluste werden in Kauf genommen.

Abb. 15. Turbolokomotive von Zoelly, neueste Form.



Erst wenn man sich auch die Unvollkommenheiten der Bauart vor Augen führt, wird man sich über die Gröfse dessen klar, was durch diesen anscheinend so einfachen Lokomotivumbau geleistet wurde. Jedenfalls darf die Schweiz dazu beglückwünscht werden, dafs zwei der bedeutendsten Fachingenieure der Jetztzeit, Dr. Zoelly in Zürich und Olaf Kjelsberg in Winterthur, in fast klassisch einfachen Formen der neuen Maschine die konstruktiven Wege gewiesen haben.

Als nun die Deutsche Reichsbahn sich für die Turbolokomotive zu interessieren begann, leider wegen der völligen Erschöpfung durch den Krieg erst mit einigen Jahren Verspätung, und als die Firma Friedrich Krupp nach ihrer Umstellung auf Friedensbetrieb mit Vorschlägen an sie herantrat, einigte man sich schnell auf den Bau einer Versuchslokomotive an Hand der Zoellypatente und nach den allgemeinen Richtlinien der Schweizer Lokomotive. Daraufhin hat Krupp eine Turbolokomotive von 2000 Ps_i Dauerleistung entworfen, deren Bau, durch die Ruhrbesetzung um fast ein Jahr verzögert, jetzt seinem Ende entgegengeht. Nach ihrer Fertigstellung wird sie eingehenden Prüfstands- und Fahrversuchen unterworfen und von der Reichsbahn übernommen werden, wenn sie die vereinbarten Bedingungen an Wirtschaftlichkeit und Betriebstüchtigkeit erfüllt.

Der Aufbau entspricht grundsätzlich dem der Schweizer Maschine, berücksichtigt aber in Einzelheiten schon die inzwischen gemachten Erfahrungen. Leider ist auch die Kruppsche Ausführungsform durch die bedauerliche Bauverzögerung in einzelnen Dingen schon wieder überholt.

Die Lokomotive ist eine 2 C1 Schnellzuglokomotive (Abb. 16). Die hintere Laufachse ist zum guten Durchlaufen von Krümmungen verschiebbar mit Rückstellvorrichtung ausgebildet und mufs der beträchtlichen Schwungmomente der umlaufenden Massen wegen mit abgebremst werden. Der Kessel mit Schmidtschem Grofsrohr-Überhitzer entspricht der gebräuchlichen Deutschen Reichsbahn-Bauart. Die Rauchkammer ist in zwei — leider etwas kleine — Räume geteilt. Die Rauchgase ziehen aus dem hinteren Raum durch einen seitlichen Kanal auf der rechten Maschinenseite nach hinten zum Rauchgasvorwärmer, der quer zur Maschinenachse unmittelbar vor dem Stehkessel unter dem Langkessel liegt; von dort werden die Gase durch einen Ventilator, der auf der linken Seite der Lokomotive angeordnet ist, durch einen ähnlichen Kanal zum vorderen Raum der Rauchkammer gedrückt und ausgestofsen. Die Rauchgase sollen im Vorwärmer von 300—320° auf etwa 200° abgekühlt werden. Der Ventilator wird durch eine Turbine angetrieben. Die Lokomotive hat eine Vorwärts- und Rückwärtsmarschturbine, die aus Platzrücksichten in getrennten Gehäusen untergebracht sind. Beide Turbinen sind mit der Ritzelwelle des Getriebes gekuppelt und sitzen zu beiden Seiten desselben zwischen Rauchkammer und Rahmen. Die Ritzel arbeiten über eine Vorgelegwelle auf die Blindwelle, die in Höhe der Kuppelachsen liegt und durch Treib- und Kuppelstangen mit den Triebrädern verbunden ist. Sämtliche Zahnradwellen sind fest in einem Gehäuse, das alle Räder umschliefst, gelagert, so dafs der gegenseitige gute Eingriff der Zahnräder dauernd gewahrt wird. Das Gehäuse des Getriebes ist im Lokomotivrahmen zuverlässig gelagert. Der Abdampf der Turbinen wird in dem unter dem Kessel und hinter dem Rauchkammerträger quer liegenden Oberflächenkondensator niedergeschlagen.

Der Kondensator ist in zwei Räume getrennt, die hintereinander geschaltet sind und durch nachgiebige Rohre miteinander in Verbindung stehen. Diese Anordnung wurde gewählt, um dem Kondensator eine einfache Form zu geben, die leicht dicht gehalten werden kann, und um ihn in dem engen Raum zwischen Kessel, Rahmen und Treibrädern unterzubringen. Das Kühlwasser durchströmt zuerst den vorderen, dann den hinteren Kondensator und gelangt aus ihm in die Rückkühlanlage auf dem Tender zurück. Hinter den Kondensatoren sind die Hilfsmaschinen angeordnet, bestehend aus der Kühlwasserumwälzpumpe, der Speisepumpe, die zweistufig gleichzeitig als Kondensatpumpe ausgebildet ist, und der Luftpumpe für die Bremse. Alle diese Maschinen werden durch Vermittlung eines Getriebes von einer einzigen Hilfsturbine angetrieben, die ebenso wie die Hilfsturbine für den Feuerungsventilator ihren Abdampf in den Kondensator gibt. Die Luft aus dem Kondensator wird durch eine Wasserstrahlluftpumpe, die mit dem Kreislauf des Kühlwassers parallel geschaltet ist und von der Kühlwasserumwälzpumpe beaufschlagt wird, aus dem hinteren Kondensator abgesaugt. Die Speisepumpe saugt das Wasser aus dem Kondensator ab und drückt es zunächst in einen Abdampfvorwärmer, der seinen Dampf von der Turbine des Kühlerventilators auf dem Tender erhält, dann durch den Rauchgasvorwärmer in den Kessel. In beiden Vorwärmern

wird das Wasser auf etwa 150° vorgewärmt. Das Kondensat aus dem Abdampfvorwärmer fliefst der zweiten, etwa atmosphärischen Stufe der Speisepumpe zu.

Der Tender ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen der Reichsbahn-Regelbauart und besteht in seinem vorderen Teil aus dem Kohlenbehälter mit darunter befindlichen Wasserbehältern und in seinem gröfseren hinteren Teil aus der Rückkühlanlage (Abb. 17). Die Kühlanlage besteht aus einzelnen Kühlzellen, die an beiden Seiten des Tenders in vier Stockwerken übereinander angeordnet sind. Die Mitte der Kühlanlage nimmt ein nach vorn und hinten sich verengender Gang ein, in dem ein Ventilator untergebracht ist, der die Luft durch zwei seitliche Kanäle ansaugt und in diesen Gang drückt. Durch Öffnungen der einzelnen Kühlzellen nach diesem Gang zu gelangt die Luft in die Kühlzellen, die mit einer grofse Oberflächen bietenden Füllmasse gefüllt sind; durch diese rieselt das von oben durch Rohre fein verteilte warme Wasser nieder, während von unten durch die Kühlschicht Luft hindurchgeblasen wird. Die erwärmte und mit Wasserdampf gesättigte Luft wird durch Kanäle an den Aufsenseiten nach oben geleitet und durch eine Öffnung in der Decke der Kühlanlage ins Freie geblasen. Das gekühlte Wasser läuft durch senkrechte Schächte nach dem unteren Wasserkasten, der gleichzeitig als Rohwasser-Vorratsbehälter dient. Der Wasserinhalt dieses Kastens wirkt als Kühlspeicher. Der Kühler ist imstande, stündlich 6 000 000 W. E. abzuführen bei einer Aufsentemperatur von 20° Celsius. Er braucht dazu nur etwa den dritten Teil der Luft, die Ljungström benötigt und die, wie wir gesehen, beim luftgekühlten Kondensator schwerlich ausreicht, um das erforderliche Vakuum für eine 1800 PS Maschine aufrechtzuerhalten. Die Überleitung des Kühlwassers vom Tender zu der Lokomotive erfolgt durch Gelenkrohre an beiden Seiten der Maschine, wo auch die anderen Leitungen durchgeführt werden. Um das Vakuum nicht nach dem Tender überleiten zu müssen, ist die Turbine, die den Luftförderventilator antreibt, wie schon erwähnt, für atmosphärischen Gegendruck ausgebildet. Ihr Abdampf gelangt in den Vorwärmer.

Da die Versuchslokomotive noch für eine Drehscheibenlänge von 20 m entworfen werden mufste, waren in ihrem ganzen Aufbau viele Kompromisse zu treffen, die die logische klare Gliederung der Maschine verwischen und sie im Gesamteindruck unschön machen. Allgemein gesprochen ist für keine der bisher gebauten Turbolokomotiven auch nur annähernd der schöne formenreine Ausdruck von Kraft und Geschwindigkeit gefunden worden, wie er der Kolbenlokomotive üblicher Bauart zu eigen ist. Im Interesse der Ästhetik der Maschine wäre es zu bedauern, wenn der technische Fortschritt nur so zu erkaufen wäre und wenn die Turbolokomotive dauernd für Fachmann und Laien ein »acquired taste« bleiben würde.

Von Einzelheiten, die man schon jetzt als überholt bezeichnen kann, ist vor allem die äufserst kurze, gedrängte Anordnung zu nennen, die wie schon oben erwähnt, auf die vorhandene Drehscheibenlänge zurückzuführen ist. Die Turbine hat 18 Düsen, die in Gruppen von 6 und 12 Düsen geteilt sind, entsprechend einer Dampflieferung von 4100 kg stündlich, 8200 und 12300 kg (beim Anfahren) oder bei 4,1 kg Dampfverbrauch für eine PS/Std., entsprechend den Leistungsstufen von 1000, 2000 und vorübergehend 3000 PS_i. Um dazwischenliegende Leistungswerte zu erhalten, wird der Dampfdruck vor den Düsen wie bei der Schweizer Lokomotive durch den Regler gedrosselt. Ob in dieser Art der Regelung zweckmäfsig eine Änderung vorgenommen wird, müssen die Versuche zeigen.

Eine weitere Frage ist, ob nicht das seitliche Ansaugen der Kühlluft, das den so wertvollen natürlichen Zug mit Rücksicht auf wechselnde Fahrgeschwindigkeit, Windrichtung und Fahrtrichtung ausschliefst, dem Ansaugen von vorn her zu weichen hat. Das würde bedeuten, dafs bei Schäden am Kühlerventilator die Lokomotive nicht nahezu betriebsunfähig wird, sondern mit verminderter Zugluft noch immer sicher den Endbahnhof zu erreichen vermag. Eine Lösung der Luftumwälzungsfrage in diesem Sinne ähnlich wie bei dem neuen Schweizer Kühler wird demnach ebenfalls anzustreben sein.

Abb. 16. Turbolokomotive von Krupp.

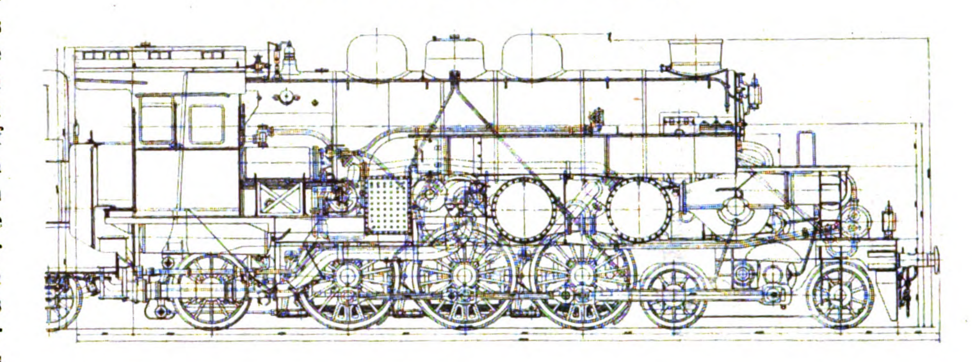
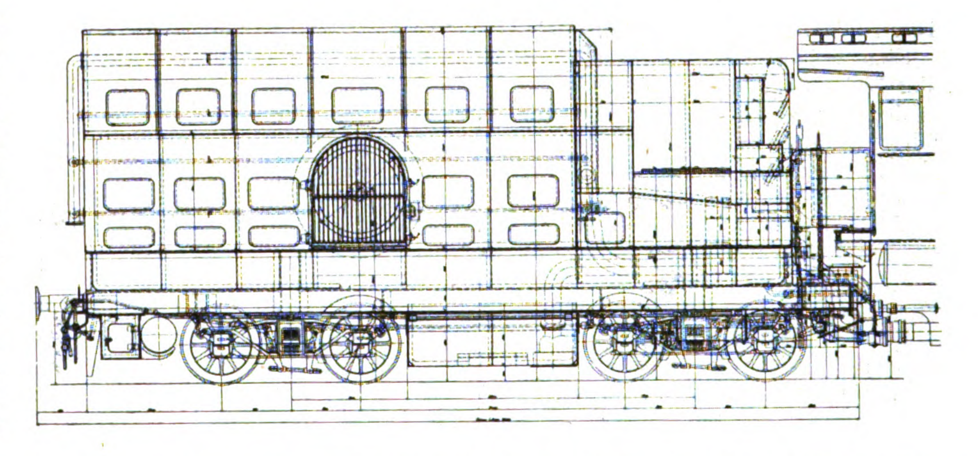


Abb. 17. Tender zur Turbolokomotive von Krupp.



Die Schilderung der Kruppschen Lokomotive wurde hier auf das Wichtigste beschränkt, da die eingehende Beschreibung mit Angabe der ersten Versuchsergebnisse einem besonderen Aufsatz vorbehalten bleiben soll.

Die Entwicklung der Turbolokomotive wird vermutlich noch einiger Jahre bedürfen, bis sie feste Bauformen erreicht hat. In welcher Richtung diese Entwicklung laufen wird, ist mifslich vorauszusagen.

Sicher ist jedenfalls, dafs auch die Turbolokomotive keinesfalls am Problem des Hochdruckdampfes vorübergehen darf; das bedeutet, dafs eine völlig neue Kesselform gefunden werden mufs, und zwar ein Wasserrohrkessel. Für die Entwicklung der Antriebsmaschine wird man vielleicht teilweise auf die Vorschläge der Ersten Brünner Maschinenfabrik zum Bau von Höchstdruckturbinen zurückzugreifen haben, jedoch ohne Aufgabe des Dampfniederschlages, denn erst dieser macht durch

sein kesselsteinfreies Wasser die Verwendung engrohriger Wasserrohrkessel möglich.

Eine Turbinenlokomotive, die den Arbeitsdampf von dem schon heute mehrfach erreichten Kesseldruck von 60 at bis auf 0,14 at abs. abspannt und die Rauchgaswärme gut ausnutzt, sollte sich ohne weiteres auf einen thermischen Wirkungsgrad von 30—35 v. H. bringen lassen und damit dem Dieselmotor ebenbürtig werden.

Die Wagenhebeanlagen in der Hauptwerkstätte Nürnberg-Rbf.

Von Oberingenieur **Wick**, Nürnberg.

(Hierzu Abb. 5 bis 8 auf Taf. 2).

Im Heft 24 des Organs Jahrgang 1913, Seite 452 ist unter Abschnitt IV b die technische Ausrüstung der Wagenausbesserungshalle der Hauptwerkstätte Nürnberg (Rangierbahnhof) beschrieben. Danach werden die Wagen (Güterwagen) durch je 4 elektrisch betriebene Flaschenzüge gehoben, die mittels Laufkatzen auf einer am Dachwerk befestigten Fahrbahn längs der Gleisachse verschiebbar sind. Mit einem Satz solcher Flaschenzüge konnten die 5 Stände eines Gleises der Richthalle bedient werden. Die Zahl der mit Hebezeugen ausgestatteten Gleise war gering. Um auch auf den übrigen Gleisen Wagen heben zu können, ohne neue Hebezeuge beschaffen zu müssen, und die Ausnützung der vorhandenen Hebezeuge zu steigern, wurden Einrichtungen getroffen, um in einfacher Weise die Laufkatzen nebst Flaschenzügen von einem Hebegleis zu anderen zu befördern.

Es war zwar schon ursprünglich vorgesehen, dafs die Hebezeuge von einem Gleis über das Schiebebühnenfeld hinüber auf einer am Dach hängenden Fahrbahn zu den gegenüberliegenden befördert werden sollten und es war das Dachgerüst von Haus aus entsprechend ausgeführt. Die Überquerung der Schleifleitung für die Stromzuführung der Schiebebühne bot hierbei jedoch grofse Schwierigkeiten und es wäre damit nur ermöglicht worden, einen Satz Hebezeuge auf zwei Arbeitsgleisen zu je 5 Ständen zu verwenden.

Eine weitaus gröfsere Ausnützung der Hebezeuge wurde in der Weise ermöglicht, dafs in das Schiebebühnenfeld beiderseits der elektrischen Schiebebühnen-Schleifleitung und parallel zur Bewegungsrichtung der Schiebebühne Beförderungsanlagen in das Dachgerüst eingebaut wurden, die es ermöglichen, die Hebezeuge allen Arbeitsständen auf je einer Seite des Schiebebühnenfeldes zuzuführen. Da die Förderwagen nur die leeren Hebezeuge zu tragen haben, war die Umänderung des Dachgerüstes im Schiebebühnenfeld zum Einbau der zwei Fahrbahnen für diese Förderwagen möglich.

Bei der Ausführung waren aufserdem folgende Aufgaben zu lösen:

1. Die Hebezeuge (Flaschenzüge und leichte Laufkräne) müssen ohne umständliche Vorbereitung von ihren Laufbahnen im Dachgerüst der Arbeitsstände auf den Förderwagen im Schiebebühnenfeld verbracht werden können und umgekehrt. Im besonderen mufste hierbei auf die Stromabnehmer der elektrischen Hebezeuge mit Umschaltern Rücksicht genommen werden.

2. Die Laufbahnen über den Arbeitsständen und ihre Fortsetzung auf dem Förderwagen zur Aufnahme der Laufkatzen mit den Flaschenzügen mufsten mit Verriegelung in der Weise gesichert werden, dafs nur dann ein Kran bzw. eine Laufkatze von einer der Laufbahnen ablaufen kann, wenn ein Förderwagen in verriegelter Stellung mit einer Laufbahn über den Arbeitsständen verbunden ist.

Der Bedingung 1 wurde dadurch genügt, dafs die Schleifleitungen für die Stromabnahme sämtlicher Hebezeuge hinsichtlich der Lage der Drähte vereinheitlicht und an den Förderwagen aus Hartholzleisten Fortsetzungen der Hebezeugschleifleitungsdrähte zum Führen der Stromabnehmer hergestellt wurden.

Aufgabe 2 wurde in der Weise gelöst, dafs der Anschlufsriegel eines Förderwagens zum Anschlufs an eine Hebezeugfahrbahn nur betätigt werden kann, wenn der Förderwagen sich hierzu in richtiger Stellung befindet. Der Anschlufsriegel (a) (Abb. 7 u. 8, Taf. 2) bewegt gleichzeitig an der Fahrbahn für die Hebezeuge auf dem Förderwagen sowie auf der an den Arbeitsständen, Verriegelungsstiften (b), die von oben in die Fahrbahnen eintreten. Nur wenn ein Förderwagen mit der Fahrbahn eines Arbeitsstandes verriegelt ist, geben die Verriegelungsstifte die Fahrbahn frei. Die Laufkräne oder Laufkatzen-Hebezeuge sind damit gegen Abstürzen gesichert.

Auf dem Lageplan (Abb. 5, Taf. 2) ist die Lage der beiden Förderbahnen im Schiebebühnenfeld ersichtlich. Der Aufrifs (Abb. 6) der Wagenhalle läfst die Anordnung im Dachgerüst ersehen. Die Abb. 7 u. 8 eines Förderwagens zeigen die Art des Aufbringens der zu befördernden Hebezeuge und die Verriegelungseinrichtung. Der ursprünglich eingebaute Handantrieb soll nun noch durch einen elektrischen Antrieb ersetzt werden.

Mit der geschaffenen Einrichtung kann dem Bedürfnis der Werkstätte, auf 15 Gleisen Wagen zu heben und an 30 Gleisen kleinere Handlaufkräne von 1000 kg Tragfähigkeit zum Heben von schwereren Wagenteilen wie Wänden, Drehschemeln von Langholzwagen, Bremshäusern u. s. w. zur Verfügung zu haben, entsprochen werden.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ergibt sich folgendes: Die Kosten für einen Satz Wagenhebezeuge ohne die zugehörige elektrische Stromzuführung samt Schleifleitungen betragen rund 5000 *M*, diejenigen für einen Handlaufkran von 1000 kg Tragfähigkeit rund 1200 *M*.

Durch die geschilderte Anordnung wurden erspart:

11 Satz Wagenhebezeuge für	55 000 *M*
25 Stück Handlaufkräne	30 000 *M*
Summa in Goldmark . .	85 000 *M*

Für die Förderwagen samt Fahrbahnen waren aufzuwenden:

Abändern der Dachbinder und Einbau der Fahrbahn für 33 Arbeitsstände 33×430 = ...	14 190 *M*
2 Förderwagen	6 000 *M*
Summa in Goldmark . .	20 190 *M*
Die Ersparnis beträgt demnach rund . . .	64 800 *M*

Elektrische Zugförderung in Baden.

Von Dr. **A. Kuntzemüller**, Triberg.

(Mit Abb. 4 auf Taf. 2).

Die Frage der elektrischen Zugförderung hat im Freistaat, ehemaligen Grofsherzogtum Baden, im allgemeinen die gleiche Entwicklung genommen, wie sie auch in anderen Ländern des Deutschen Reiches zu beobachten war. Als sie um die Jahrhundertwende da und dort aufzutauchen begann, schien die Lust, den durch Jahrzehnte hindurch bewährten und in seiner Nutzanwendung wiederholt verbesserten Dampfbetrieb durch den elektrischen Betrieb, über dessen Sicherheit und Zuverlässigkeit noch keinerlei Erfahrungen vorlagen, zu ersetzen, nur gering. »Niemand wufste, ob die neue Betriebsart die gleiche Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit des Betriebes gewährleisten würde wie der auf reiche Erfahrungen gegründete



Dampfbetrieb«*) Vor allem aber wollte die Heeresverwaltung, deren Interessen bekanntlich allen anderen vorangingen, von einer Elektrifizierung mindestens der Hauptstrecken nichts wissen, weil nach ihrer Meinung der elektrische Betrieb durch etwaige feindliche Mafsnahmen im Krieg (Fliegerangriffe u. ä.) viel leichter lahmgelegt werden könnte und somit in höherem Mafse gefährdet und unsicher schien. So kommt es, dafs es an ausgedehnten Versuchen, das Netz der deutschen Hauptbahnen elektrisch zu betreiben, bis zum Ausbruch des Krieges fast ganz gefehlt hat. Der Krieg als solcher war natürlich noch weit weniger geeignet, die Frage in Flufs zu bringen, und jetzt — nachdem er verloren gegangen — türmen sich an Stelle der alten neue Schwierigkeiten der Lösung der Frage entgegen, die in Bälde zu überwinden fast unmöglich dünken möchte.

Indes wäre auch unter den gegebenen widrigen Umständen nichts falscher, als die ganze Frage auf unbestimmte Zeit zu vertagen. Sie hat — gerade in der heutigen Zeit der Not — eine hervorragende wirtschaftliche Bedeutung für unser Vaterland, nachdem die Kriegs- und Nachkriegszeit deutlich genug gezeigt hat, dafs plötzlich Verhältnisse eintreten können, die eine möglichste Unabhängigkeit des gesamten Eisenbahnbetriebes von der Kohle wünschenswert erscheinen lassen. Dieser Umstand ist es vornehmlich auch gewesen, der die Schweiz — und nicht nur sie — zur Beschleunigung ihres Elektrifizierungswerkes veranlafst hat. Er sollte dem kohlenlosen, aber an Wasserkräften reichen Süden Deutschlands besonders zu denken geben.

Die Bestrebungen, die elektrische Zugförderung in Baden einzuführen, reichen bis zum Beginn des zweiten Jahrzehnts unseres Jahrhunderts zurück; was vorherging, ist kaum nennenswert und beschränkte sich auf theoretische Untersuchungen. Im Bereich des Netzes der ehemaligen badischen Staatsbahnen wurden dann 1913 zwei Seitenstrecken elektrifiziert: die Wiese- und Wehratalbahn Basel — Zell und Schopfheim — Säckingen, erstere 31, letztere 21 km, zusammen also 52 km lang. Verschiedene Umstände liefsen gerade diese beiden Linien für die Probe besonders geeignet erscheinen. Durchgehends eingleisig angelegt, beträgt die gröfste Neigung 1 : 100; an irgendwelchem Durchgangsverkehr hatten und haben sie keinen Anteil, während ein starker Nah-, vornehmlich Berufs- und Vorortverkehr von Basel her sie über den Durchschnitt ähnlicher Seitenlinien hinaushebt. Der Anschlufs der Wehratalbahn Schopfheim — Säckingen möchte zunächst vielleicht etwas befremden, weil es sich hier um eine sog. strategische Umgehungsbahn handelt, die dem die Kantone Schaffhausen und Basel umfahrenden Militärverkehr zu dienen hat, und weil, wie erwähnt, die Elektrifizierung der deutschen Eisenbahnen gerade von militärischer Seite besonders hartnäckig bekämpft wurde. Wenn man sich trotzdem entschlofs, das Teilstück Schopfheim — Säckingen der Elektrifizierung freizugeben, so geschah dies vielleicht mit Rücksicht auf den schwierigen Betrieb mit Dampflokomotiven in dem 3170 m langen Fahrnauer Tunnel, sodann aber sicher in der schon damals platzgreifenden Erwägung, dafs der Wert dieser »strategischen« Umgehungsbahnen im Kriegsfall äufserst zweifelhaft sei. Tatsächlich haben sie alle (nicht nur die Strecke Schopfheim — Säckingen) im Militärverkehr des Krieges eine nur untergeordnete Rolle gespielt, so dafs ihre ganze Anlage, die verkehrspolitisch von Anfang an ein Unding war, eine in jeder Hinsicht verfehlte genannt werden mufs.

Die Bauzeit für die Elektrifizierungsarbeiten im Wiese- und Wehratal betrug etwa $^3/_4$ Jahre; auf der Strecke Basel — Zell wurde die Oberleitung von der A. E. G., auf der Strecke Schopfheim-Säckingen von der Siemens-Schuckert A. G. gebaut.

Wie auf den meisten elektrisch betriebenen Bahnen Deutschlands wurde im Wiese- und Wehratal als Stromart Wechselstrom (Frequenz 16 2/3) mit 15 000 Volt Spannung gewählt. Den Strom liefert das der A. G. »Kraftübertragungswerke Rheinfelden« gehörende Rheinkraftwerk Augst-Wyhlen. Die Vorteile des Wechselstromes gegenüber anderen Stromarten sind bekannt. Dafs Betriebsstörungen in benachbarten Schwachstromleitungen (Telegraphen-, Block- und Zugmeldeleitungen) u. U. schwer und nur mit grofsen Kosten abzuwenden sind, darf wohl zu seinem Hauptnachteil gerechnet werden. Indes scheint sich diese Stromart neuerdings nicht nur in Deutschland, sondern auch vielfach im Ausland (Schweiz und Skandinavien) teilweise fast bis zur Ausschliefslichkeit durchgesetzt zu haben. Es sei daran erinnert, dafs auch die bedeutendste bisher elektrifizierte ausländische Weltverkehrsstrecke, die Gotthardbahn, deren Elektrifizierung im März 1923 beendet wurde, Wechselstrom gewählt hat.

An Lokomotiven waren anfangs 2, später bis zu 12 Stück, erbaut teils von der A. E. G., teils von Brown-Boveri in Mannheim, vorhanden. Ihre Abnahme verzögerte sich indes um Jahre, und obwohl sie seit 1913 regelmäfsig Dienst taten, scheinen ihre Leistungen so wenig befriedigt zu haben, dafs sie erst 1919 übernommen werden konnten. Tatsächlich vollzog sich der elektrische Betrieb in den ersten Jahren nichts weniger als glatt. Die Dampfreserven, die auf Station Haltingen bereit gehalten wurden, mufsten nur zu häufig eingreifen, so dafs der Fahrplan wiederholt nicht eingehalten werden konnte, was bei dem verhältnismäfsig dichten Berufsverkehr im Wiesetal doppelt störend wirkte.

Die 52 km elektrischen Bahnen stellen einen sehr bescheidenen Anfang der Elektrifizierung dar. Aber auch im übrigen Gebiet der Deutschen Reichsbahn bleibt der Fortschritt der Elektrifizierung weit hinter dem vieler anderer Länder, z. B. der benachbarten Schweiz, zurück.

Es versteht sich bei der Verschiedenartigkeit der wirtschaftlichen Verhältnisse in den einzelnen Teilen Deutschlands von selbst, dafs der über kurz oder lang unvermeidbare Übergang vom Dampf- zum elektrischen Betrieb nicht überall gleichmäfsig erfolgen wird. Länder, die über Wasserkräfte verfügen, werden zweifelsohne bald einen Vorsprung voraushaben. Zu ihnen gehört der Freistaat Baden, und so steht wohl zu erwarten, dafs hier trotz des wenig verheifsungsvollen Anfangs im Wiesetal die Elektrifizierung weiterer Strecken nur eine Frage der Zeit sein wird. Anläfslich der bereits in Angriff genommenen Verlegung der Werkstätte Basel nach Haltingen sollen zunächst zwei kleine anschliefsende Teilstrecken mit Fahrleitung ausgerüstet werden, die Strecken Basel — Haltingen (6 km lang) der Hauptbahn Basel — Frankfurt und Stetten — Leopoldshöhe (6 km lang) der strategischen Umgehungsbahn. Diese in Vorbereitung befindlichen 12 km Anschlufsstrecken werden das elektrisch betriebene Netz in der Südwestecke Badens auf 62 km anwachsen lassen. Damit können natürlich die Aufgaben, die die elektrische Zugförderung in Baden zum Ziel haben, nicht als gelöst angesehen werden. Um alle Zukunftsmöglichkeiten hier richtig abwägen zu können, wird es vor allem nötig sein, sich über Umfang und Wert der badischen Wasserkräfte klar zu werden. Nächst der Schweiz und Bayern dürfte Baden — sicherlich relativ, vielleicht auch absolut — über die wertvollsten Wasserkräfte Mitteleuropas verfügen.

Unterm 9. April 1923 hat das Badische Staatsministerium über die Errichtung eines Landeselektrizitäts- und Wasserwirtschaftsrates eine Verordnung erlassen, in deren § 1 als dessen Aufgabe »die Beratung des Arbeitsministeriums hinsichtlich der Nutzbarmachung der Wasserkräfte, der Elektrizitätsversorgung

*) Wechmann, Der elektrische Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahn und ihrer Nachbarbahnen. Vortrag, gehalten im Verein für Eisenbahnkunde, abgedruckt in der Energiewirtschaftlichen Rundschau der Verkehrstechnischen Woche, Nr. 31/32 vom 6. August 1923.

und des Ausbaues der Wasserstrafsen des Landes« bezeichnet wird. Nachdem seit 1909 ein Netz von Beobachtungsstellen über das ganze Land gespannt ist, an denen die Wasserhöhen regelmäfsig beobachtet und die Wassermengen berechnet werden, darf nunmehr folgendes als feststehend gelten: Die badischen Wasserkräfte verteilen sich auf zwei grofse Gebiete: Rheinstrom und seine Nebenflüsse Neckar/Main, Murg und Alb/Wutach. Von ihnen ist das erstgenannte, das Stromgebiet des Rheines selbst, unstreitig das bedeutendere.

Hydrographisch zerfällt der Rhein zwischen dem Bodensee und Mannheim, wo er Baden im Süden und Westen umfliefst, in zwei Teile, den oberen Abschnitt Bodensee—Schaffhausen—Waldshut—Kembs (166 km lang, 150 m Gefäll) und den unteren Abschnitt Kembs—Kehl—Mannheim—Sandhofen (252 km lang, 155 m Gefäll). Für Zwecke der Gewinnung von Wasserkräften kommt nur der obere Abschnitt in Frage, da die abwärts anschliefsende Strecke für die Regulierung zu Schiffahrtszwecken vorgesehen ist. Ob die Stufe bei Kembs (15 km unterhalb Basel) wie beabsichtigt von der französischen Verwaltung ausgebaut werden wird (Leistung 520 Millionen kWStd.), bleibt der Zukunft überlassen. Für den oberen Abschnitt Bodensee—Kembs ist schon vor dem Krieg ein Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen über die Schiffbarmachung und Ausnützung der Wasserkräfte veranstaltet worden. Gemäfs einem zwischen der Schweiz und Baden geschlossenen Abkommen soll die Strecke Kembs—Basel—Eglisau von Baden, die Strecke Eglisau—Bodensee von der Schweiz ausgearbeitet werden. Ebenso sollen die Untersuchungen über den Bodensee schweizerischerseits bearbeitet werden. Der gegenwärtige Stand der Arbeiten läfst die baldige Aufstellung eines endgültigen Entwurfes erwarten, so dafs im Lauf des Jahres 1924 mit dem Ausbau selbst begonnen werden dürfte *).

Noch vor 15 Jahren befand sich am Oberrhein ein einziges Kraftwerk, das Werk bei Rheinfelden. Inzwischen sind die Werke Augst-Wyhlen (von dem die Wiese- und Wehratalbahn gespeist wird), Laufenburg und Eglisau erstellt worden, aus denen heute insgesamt etwa 810 Millionen kWStd. jährlich gewonnen werden. Das ergibt erst etwa ein Fünftel aller an der Strecke Kembs—Bodensee verwertbaren Wasserkräfte! Es erwächst also den beiden Uferstaaten Schweiz und Baden die dankbare Aufgabe, die gesamte Strecke so zu bearbeiten, dafs die zur Verfügung stehenden Wassermengen und das Gefäll restlos ausgenützt werden. Zu diesem Zweck ist der obere Abschnitt — den hydro- und topographischen Verhältnissen angepafst — in eine Reihe Stufen eingeteilt, deren erste bei Birsfelden und deren oberste bei Rheinklingen liegt. Zunächst sollen Schwörstadt, Dogern, Reckingen und Birsfelden ausgebaut und dadurch über 1100 Millionen kWStd. gewonnen werden; Neurheinfelden, Säckingen, Waldshut, Kadelburg, Ellikon, Altenburg, Schaffhausen und Rheinklingen sollen mit weiteren 1500 Millionen kWStd. folgen. Auf diese Weise werden vom Bodensee bis Kembs rund 4000 Millionen kWStd. gewonnen werden können, von denen entsprechend der Uferlänge mindestens zwei Fünftel auf Baden entfallen. Und wenn heute noch — wie angedeutet — rund 80 % davon der Verwertung harren, so ergeben sich hier Zukunftsmöglichkeiten, die volkswirtschaftlich noch gar nicht richtig zu bewerten sind.

Aber die weifse Kohle wird nicht nur dem Rhein abgerungen. Das zweite Gebiet, wo sie gewonnen wird, sind seine Nebenflüsse, und wenn diese Kraftquelle auch nicht die gleichen gewaltigen Ausmafse zeigt, so darf sie doch eine wertvolle Ergänzung der Werke am Rheinstrom genannt werden. Ein Vergleich zwischen den Rhein- und Schwarzwaldwerken wird dies sofort zeigen: Während der Rhein oberhalb Basel alpinen Charakter trägt, im Sommer also hohe Wasserstände, im Winter dagegen Tiefstand hat, weisen die Schwarzwaldflüsse ein umgekehrtes Bild auf, im Sommer niedere Wasserstände, im Winter wiederholte Hochfluten. Es lag also nichts näher, als die Wassermengen der Schwarzwaldflüsse aufzuspeichern und die in diesen Speicheranlagen gewonnene Kraft als Ergänzungskraft für die Rheinwerke zu benützen.

Von den weiter oben genannten Nebenflüssen gehören Neckar und Main dem Schwarzwaldgebiet nicht an. Auch hier sind allenthalben Kraftwerke vorgesehen, auf badischem Gebiet am Neckar u. a. die bereits im Bau begriffenen Stufen bei Ladenburg und Wieblingen unterhalb Heidelberg mit 34 bzw. 40 Millionen kWStd., am Main, dessen badische Anteilstrecke wesentlich kürzer ist, die Stufen bei Grofsheubach, Freudenberg, Hasloch und Bettingen mit zusammen 30 Millionen kWStd. Jahresleistung. Man sieht, die Zahlen halten sich in bescheideneren Grenzen als am Oberrhein; es steht beim Neckar wie beim Main die Frage der Kraftgewinnung zudem nicht an erster Stelle, vielmehr ihre Schiffbarmachung und Kanalisierung.

Bedeutender für die Kraftgewinnung und Elektrifizierung der Eisenbahnen sind die grofsen Schwarzwaldwerke im Gebiet der unteren Murg und der Alb/Wutach. Die Frage der Ausnützung der Wasserkräfte an der Murg hat die Öffentlichkeit schon seit $1\frac{1}{2}$ Jahrzehnten beschäftigt. Bereits im Jahre 1912 nahmen die badischen Landstände eine Vorlage an, durch welche die Mittel für den Bau und Betrieb eines staatlichen Murgwerkes bereit gestellt wurden. Die Bauarbeiten begannen alsbald und sollten 1916 beendet sein; infolge des unglückseligen Krieges konnte der Betrieb des Werkes jedoch erst im November 1918 aufgenommen werden. Seither wurden durchschnittlich 61 Millionen kWStd. jährlich geliefert, 1922 sogar 86 Millionen. Im Juli 1921 ging das Werk in den Besitz der badischen Landeselektrizitätsversorgung A.-G. (Badenwerk) über, die den zweiten Ausbau sofort in Angriff nahm und ihn im Lauf des Jahres 1924 zu beenden hofft.

Als weitere Aufgabe hat das Badenwerk den Ausbau der Alb/Wutachkräfte sich vorgenommen. Den Nerv dieser Anlage bildet das grofse Schluchseewerk (901 m ü. d. M.) mit einer Speicherfähigkeit von 100 Millionen cbm, dessen zum Rhein ablaufendes Wasser bis Waldshut ein Gefäll von 600 m hinter sich hat. Man schätzt die Leistungsfähigkeit des Schluchseewerkes auf etwa 500 Millionen kWStd. und hat bereits mit dem noch nicht vollendeten Bahnbau Titisee—Schluchsee—Sankt Blasien auch die Arbeiten am kommenden Schluchseewerk selbst eingeleitet. Unter Einschlufs einiger kleinerer Werke dürften im Schwarzwald insgesamt 875 Millionen kWStd. zu erreichen sein, von denen heute nur 120 Millionen, also 14 %, nutzbar gemacht werden.

Diesen Zukunftsziffern am Oberrhein und seinen Schwarzwaldzuflüssen stehen heute in Baden an tatsächlich aus Kohlen, Öl, Benzol usw. gewonnenen Energien rund 1300 Milllionen kWStd. gegenüber, die ebenso gut auch den Wasserläufen entnommen werden könnten. Da nun im Schwarz- und Odenwald am Rhein und Neckar heute nur 510 Millionen kWStd. erzeugt werden und das gesamte Angebot an badischen Wasserkräften des Schwarzwaldes, Odenwaldes, Rheines, Mains und Neckars (also mit Ausschlufs der auf schweizerischem, elsässischem, württembergischem, hessischem und bayerischem Gebiet ausgenützten oder auszunützenden Wasserkräfte) schätzungsweise 4000 Millionen kWStd. beträgt, so werden heute also nur 12 % aller badischen Wasserkräfte in Wirklichkeit ausgenützt.

Wie sollen nun die noch brachliegenden und den Gebirgen ungenützt enteilenden, restlichen 3500 Millionen kWStd. den badischen Eisenbahnen dienstbar gemacht werden? Das badische Eisenbahnnetz umfafst heute etwa 1900 km. Rechnet man hierfür einen jährlichen Bedarf von 300000 kWStd./km (was reichlich

*) Vergl. hierzu den am 9. Juli 1923 auf der Tagung des badischen Landeselektrizitäts- und Wasserwirtschaftsrates in Karlsruhe von Oberbaurat Dr. Meythaler gehaltenen Vortrag über den Ausbau der Wasserkräfte in der Republik Baden, auszugsweise wiedergegeben in der „Karlsruher Zeitung" (Bad. Staatsanzeiger) vom gleichen Tag.

hoch gegriffen scheint), so ergäbe dies einen Gesamtbedarf von 570 Millionen kWStd. Oder anders ausgedrückt: Schon der siebente Teil der badischen Wasserkräfte würde genügen, das ganze, ziemlich dichte badische Eisenbahnnetz mit Energie zu speisen. Baden wird also in dieser Hinsicht »Überschufsland« sein, was im künftigen elektrischen Eisenbahnbetrieb wohl vor allem dem benachbarten, nennenswerter Wasserkräfte ermangelnden Württemberg zugute kommen dürfte. Nach Wechmann (a. a. O.) stellt sich der Arbeitsverbrauch einiger badischer Linien wie folgt:

Strecke	Länge km	Verkehrsleistung Millionen t/km	Arbeitsbedarf kWStd./km
Wiesetalbahn	31	76,1	85 000
Schwarzwaldbahn Offenburg—Singen	150	943	268 000
Mannheim—Karlsruhe . .	61	1498	650 000

Der Grenzbetrag der für 1 km Streckenlänge benötigten Energie, der beim elektrischen Betrieb eine gröfsere Wirtschaftlichkeit als beim Dampfbetrieb gewährleistet, beläuft sich nach Wechmann für badische Strecken auf 250—300 000 kWStd./km im Jahr. Das erste Anrecht auf Elektrifizierung hat also die verkehrsreiche badische Hauptbahn Basel—Karlsruhe—Mannheim/Heidelberg—Frankfurt. Es handelt sich hier um eine Weltverkehrsstrecke ersten Ranges, deren Bedeutung durch den Verlust der elsafs-lothringischen Linien für den Nordsüdverkehr noch gewachsen ist. Gewifs kann heute von einer Überlastung dieser sehr leistungsfähigen Linie noch nicht gesprochen werden; es unterliegt andererseits keinem Zweifel, dafs ihre Überführung in elektrischen Betrieb eine derartige, immerhin vorhandene Möglichkeit in weite Ferne schiebt. Dafs an ihrer vorherrschenden Stellung im Verkehr Südwestdeutschlands nicht zu rütteln ist und dafs man — etwa um sie zu entlasten — ihren Verkehr auch nicht in annähernd befriedigender Weise über württembergische Nachbarstrecken zu leiten vermag, haben die zehn Monate »Umlenkungsverkehr«, als der Gesamtverkehr über Appenweier—Offenburg stillstand, zur Genüge gezeigt. Angesichts ihrer Verkehrsziffern darf man also schon jetzt eine gröfsere Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes gegenüber dem jetzigen Dampfbetrieb voraussagen.

An zweiter Stelle folgt unzweifelhaft die Schwarzwaldbahn Offenburg—Triberg—Singen—Konstanz/Schaffhausen. Auch ihre Elektrifizierung wird sich binnen kurzem bezahlt machen. Gerade eine tunnelreiche Gebirgsbahn wie diese weist — vergleiche die Gotthardbahn — für den elektrischen Betrieb so viele Vorzüge auf, das jede unnötige Verzögerung weitgehende volkswirtschaftliche Verluste zur Folge haben kann. Es werden nur noch wenige Jahre vergehen, bis die schweizerischen Bundesbahnen ihre Strecken nach Schaffhausen (1928) und Basel (1924/25) elektrifiziert haben. Dann würde es für den Verkehr dieser beiden wichtigsten badisch-schweizerischen Eingangstore ein Hemmnis und eine Rückständigkeit ohnegleichen bedeuten, wenn die Deutsche Reichsbahn den modernen elektrischen Lokomotiven der S. B. B. gegenüber auf ihrem überlebten Dampfbetrieb beharren wollte. Spätestens im Jahre 1928 (ursprünglich war 1930 in Aussicht genommen) werden die Schweizer ihre Arbeiten auf den genannten Strecken beendet haben, und es darf die Hoffnung ausgesprochen werden, dafs dieses oder das folgende Jahr auch die Vollendung des mehrerwähnten Schluchseewerkes und damit seine Nutzbarmachung für den badischen Eisenbahnbetrieb bringen wird.

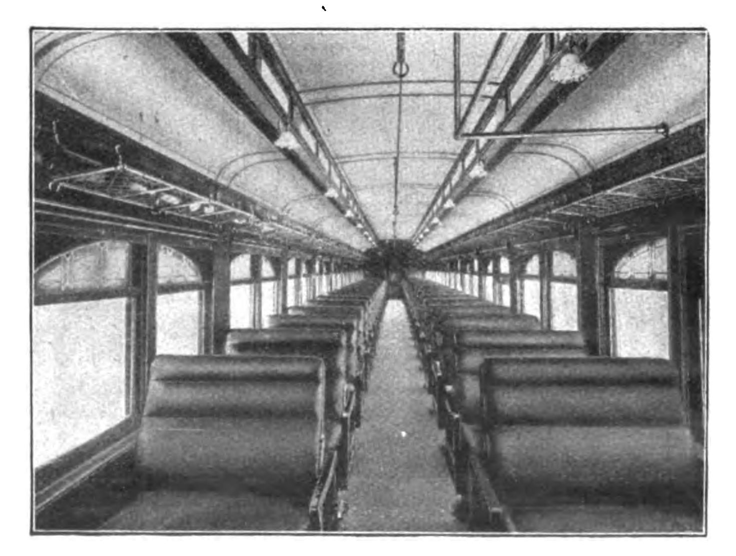
Die Reihenfolge der weiter zu elektrifizierenden badischen Linien wird die Zukunft zeigen. Dafs einige der nächstfolgenden die Odenwaldbahn Heidelberg—Würzburg, deren Betrieb infolge der Überwindung mehrerer Wasserscheiden hintereinander äufserst schwierig ist, und die internationale Westostlinie (Strafsburg—)Kehl—Karlsruhe—Pforzheim(—Stuttgart) sein werden, kann wohl als selbstverständlich gelten. Ihnen werden nach und nach alle badischen Hauptstrecken folgen können und müssen.

Die elektrische Zugförderung stellt zweifellos die Betriebsart der Zukunft dar. Sie ist allenthalben auf dem Marsch und wird sich auch in Deutschland trotz Finanznöten und Reparationen durchzusetzen wissen. Wenn wir ihre Fortschritte in den Nachbarländern beobachten, wenn wir hören, dafs die schwedischen Staatsbahnen überhaupt keine Dampflokomotiven mehr bauen wollen, dafs die schweizerischen Bundesbahnen ihr Bauprogramm immer mehr und mehr beschleunigen, dafs die französischen Bahngesellschaften tausende von Kilometern in Angriff genommen haben und selbst die gleich uns wirtschaftlich schwerleidende österreichische Nachbarrepublik schon ihre ersten elektrischen Züge auf der Arlbergbahn hat laufen lassen, dann fühlen wir den Pulsschlag einer neuen Zeit im völkerverbindenden Verkehr und hören aus all diesen Tatsachen die Forderung herausklingen, dafs es nicht nur volkswirtschaftliche, sondern — gerade in Zeiten wirtschaftlicher Not — vaterländische Pflicht sei, die unschätzbaren Reichtümer unserer heimatlichen Gebirge in den Dienst der Allgemeinheit zu stellen.

Badens Staatseisenbahnen galten einst als vorbildlich in Betrieb und Verkehr. Sie werden ihren Stolz darein setzen, den guten Ruf von ehedem zu bewahren und, dank ihrem Reichtum an Naturkräften, in der Frage der Elektrifizierung der deutschen Eisenbahnen noch mehr als bisher wahrhaft »bahnbrechend« zu wirken.

Personenwagen der Chilenischen Eisenbahnen.

Die Linke-Hofmann-Lauchhammerwerke haben in ihrem Werke Breslau 47 Personenwagen für die Chilenischen Eisenbahnen im Bau, von denen die ersten zu Beginn des Jahres abgeliefert wurden.



Die Wagen sind aus Eisen gebaut und unterscheiden sich in mehrfacher Beziehung von den in Deutschland üblichen. Sie haben eine gesamte Länge von etwa 22,5 m bei einer Kastenbreite von 2948 mm und einer Spurweite von 1676 mm. Sie laufen auf zwei 2-achsigen Drehgestellen. Die Entfernung der Drehzapfen beträgt 15,8 m. Wegen der gröfseren Spurweite erfolgte die Überführung nach dem Ausgangshafen auf besonderen Transportachsen, während die eigenen auf einem angehängten Güterwagen mitgenommen wurden. Die Wagen haben Mittelpufferung und sind mit durchgehender Luftdruck- und damit verbundener Notbremse, sowie Handbremse ausgerüstet. Die Beleuchtung erfolgt durch 24 elektrische Glühlampen. Der erforderliche Strom wird während der Fahrt selbst erzeugt und über eine zwischengeschaltete Akkumulatorenbatterie den Beleuchtungskörpern zugeleitet.

Mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse sind die Wagenwände wegen der auftretenden grofsen Hitze besonders isoliert. Durch Öffnen der Fenster im Oberlichtaufbau wird für reichliche Entlüftung gesorgt. Zur Luftbewegung im Wageninnern sind daher auch elektrisch angetriebene Ventilatoren an jedem Wagenende vorgesehen.

Die Wagenvorräume sind seitlich durch Türen abgeschlossen und haben an den Stirnwänden Übergangseinrichtungen für Mittelpufferung.

Der 20 m lange Innenraum (s. Abb.) hat Wandverkleidungen aus naturfarbenem polierten Mahagoniholz, an denen Gepäcknetze angebracht sind. Die Sitze haben verstellbare Rückenlehnen. An jedem Wagenende befindet sich eine Toilette mit Waschgelegenheit. Die beiden an die Toilette anschliefsenden Sitze können durch Stoffvorhänge für die Nacht als Damenraum abgeteilt werden. Die Textabbildung zeigt den Wageninnenraum.

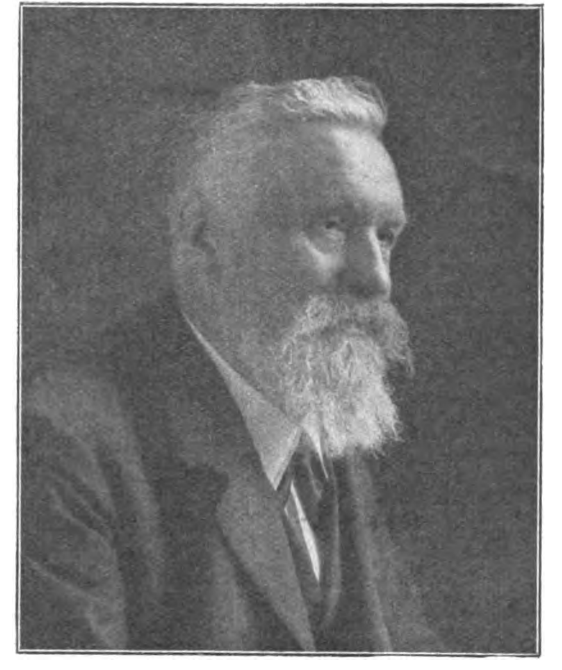
Auch äufserlich zeigen die Wagen geschmackvolle Formen und Ausstattung.

Persönliches.

Geh. Rat Dr. Ing. h. c. Adolf Wasmer †.

Mit dem am 23. Januar 1924 im 82. Lebensjahr an den Folgen eines Unfalles verstorbenen Geh. Rat, Baudirektor a. D. Dr. Ing. Adolf Wasmer, ist eine der markantesten Gestalten aus der Reihe der leitenden technischen Beamten der ehemals badischen Staatsbahnen dahingegangen, so dafs es gerechtfertigt ist, ein kurzes Bild seines Wirkens und seiner Persönlichkeit zu geben.

Geh. Rat Dr. Ing. Adolf Wasmer wurde 1842 in Karlsruhe geboren. Er besuchte daselbst das Gymnasium, studierte hierauf die Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum in Karlsruhe und trat 1863 in den badischen Staatsdienst ein. Schon als Praktikant tat er sich hervor, indem er seiner Oberbehörde eine Denkschrift über die geometrische Anordnung von Weichenanlagen vorlegte, die deren besondere Anerkennung fand.



Nach wenigen Jahren der Verwendung zur Leitung von Bauarbeiten wurde Wasmer mit der Ernennung zum Bahnbauinspektor 1881 zur Generaldirektion in Karlsruhe als Zentralinspektor einberufen und erlangte 1886 die Stellung eines Kollegialmitglieds derselben. 1898 wurde er zum Baudirektor und Vorstand der Bauabteilung der Generaldirektion ernannt, wobei er auch neben den allgemeinen Vorstandsgeschäften das Respiziat für verschiedene bedeutende Bauten, wie die Bahnhofbauten in Oes, Bruchsal, die neueren Hafenbauten in Mannheim, die Bahnen Walldürn—Amorbach und Marbach—Dürrheim führte. Von ihm rühren ferner die ersten Entwürfe für die Murgtalbahn Weisenbach—Landesgrenze und die Bahn Titisee—St. Blasien, sowie für den neuen Personenbahnhof in Karlsruhe her. Die bedeutendsten Werke, die nach seinem Entwurf und unter seiner Leitung in den letzten Jahren entstanden, sind jedoch der neue Rangierbahnhof in Mannheim (eröffnet im Spätjahr 1906) und die neuen Bahnhofanlagen in Heidelberg.

Der neue Rangierbahnhof in Mannheim, der sich zwischen den Stationen Mannheim und Friedrichsfeld auf eine Länge von etwa 5,8 km erstreckt und einen Aufwand von 18 Mill. M. erforderte, ist einer der gröfsten und leistungsfähigsten Rangierbahnhöfe Deutschlands. Er ist als zweiseitige Anlage mit Ablaufrücken gebaut, wobei jedoch die Rücksicht auf die besonderen Forderungen des dortigen Verkehrs zu einer ziemlich ungleichartigen Ausbildung der einzelnen Gruppen nötigte. Die Bahnhofbauten in Heidelberg umfassen den Neubau des Personenbahnhofes, des Güterbahnhofes und eines mittelgrofsen Rangierbahnhofes, die bis jetzt in einer Anlage vereinigt waren. Der Umstand, dafs dabei der jetzt bestehende Kopfbahnhof für den Personenverkehr durch einen Durchgangsbahnhof zu ersetzen ist, bedingte eine weitreichende Verlegung der Zufahrtlinien und den Bau eines neuen 2,5 km langen Tunnels durch den Königstuhl. Die Bauten wurden 1908 begonnen; der neue Tunnel und der Güterbahnhof sind Anfang 1914 in Betrieb genommen worden. Für den neuen Personenbahnhof und seine Zufahrten sind nur die Erdarbeiten fertiggestellt; der Ausbruch und das unglückliche Ende des Weltkriegs hat die Fortsetzung der Arbeiten bis heute verhindert. Es war Wasmer nicht vergönnt, die Fortführung und Vollendung des Baues, an dem er mit der Liebe des Schöpfers hing, zu schauen.

In die Zeit, während deren er der Bauabteilung der Generaldirektion der Staatseisenbahnen vorstand, fällt die ausgedehnte Bautätigkeit im ganzen badischen Bahnnetz, die aufser den vorgenannten, seiner Leitung unmittelbar unterstehenden Bauten seine Arbeitskraft stark in Anspruch nahm, so der Um- und Neubau des Rangier- und Güterbahnhofs Freiburg, der Personen-, Güter- und Rangierbahnhöfe Basel und Offenburg, des Personenbahnhofs Karlsruhe und des Kehler Hafens; der Bau der Bahnen Waldkirch—Elzach, Neustadt—Donaueschingen, Kappel—Bonndorf, der Bodenseegürtelbahn, der Murgtalbahn Weisenbach—Forbach und der Bahnen Singen—Beuren, Walldürn—Hardheim und Tauberbischofsheim—Königheim u. a. Bauten. Es kann somit wohl gesagt werden, dafs es kaum eine Gegend des badischen Landes gibt, die seiner unmittelbaren oder mittelbaren Arbeit nicht neue Bahnen oder Verbesserungen ihrer Bahnanlagen verdankt.

Mit diesem seinem ureigensten Betätigungsgebiet des schöpferischen Neubaues war jedoch der Wirkungskreis Wasmers keineswegs erschöpft. Mindestens ebenso grofs, wenn auch nach aufsen weniger oder für die meisten gar nicht in die Erscheinung tretend, war auch seine Tätigkeit auf dem Gebiet der Verwaltung, auf dem während seiner Amtsführung umfangreiche und grundsätzliche Fragen zu behandeln waren.

Wasmer hat 15 Jahre lang die wichtige Stelle des Vorstands der Bauabteilung der Generaldirektion bekleidet und war als ältester Abteilungsvorstand lange Jahre Stellvertreter des Generaldirektors. Zur Bewältigung der grofsen Arbeitslast, die sein Amt brachte, befähigte ihn in erster Linie sein reiches technisches Wissen, seine grofse Erfahrung und genaue Kenntnis der Verkehrsverhältnisse und Verkehrsbedürfnisse des badischen Landes in Verbindung mit einem eisernen Pflichtgefühl einerseits und seine offene, herzliche Liebenswürdigkeit und seine geradezu väterliche Güte für die Untergebenen anderseits. Deshalb tragen alle seine Arbeiten, wie schon von seinen Vorgesetzten in den ersten Lehrjahren bestätigt worden ist, den Stempel der Gediegenheit und Klarheit, und er konnte nach 50jähriger Dienstzeit mit dem Bewufstsein aus dem Amte

scheiden, das Erbe seiner grofsen Vorgänger Gerwig und Würthenau gut verwaltet zu haben.

Zu den Auszeichnungen und Ehrungen, die ihm während und am Ende seiner Dienstzeit zuteil wurden, fügte die Karlsruher Technische Hochschule Fridericiana im Jahre 1921 die Verleihung des Doktoringenieurs ehrenhalber hinzu. Trotz aller Erfolge und Auszeichnungen blieb sein Wesen einfach und schlicht, und so wird er auch im Andenken seiner Berufsgenossen, ob Mitarbeiter oder Untergebene, als Vorbild der Pflichttreue, Gewissenhaftigkeit, Uneigennützigkeit und rein menschlicher Herzlichkeit weiterleben.

Ministerialrat a. D. Carl Ritter von Biber †.

Am 20. November 1923 ist Ministerialrat von Biber, der langjährige Referent für den Bau und die Beschaffung der Lokomotiven, Wagen und Schiffe bei der Zweigstelle Bayern des Deutschen Reichsverkehrsministeriums, im 66. Lebensjahre mit Tod abgegangen, nachdem er kurze Zeit vorher, am 1. April 1923 wegen Überschreitung der Altersgrenze in den Ruhestand überführt worden war.

v. Biber wurde am 29. Juli 1857 in Nürnberg geboren, besuchte dort die Kreis-Gewerbeschule und die Industrieschule und setzte nach Absolvierung der letzteren seine Studien an der mechanisch-technischen Abteilung des Polytechnikums in München fort.

Nach Absolvierung des Polytechnikums im Herbste 1878 trat er in den Dienst der bayerischen Staatseisenbahnverwaltung ein. Er erhielt seine Ausbildung im maschinentechnischen Betriebs-, Werkstätte- und Verwaltungsdienst in Regensburg und war dann als Hilfsarbeiter und später als Leiter der Wagenabteilung der damaligen Zentralwerkstätte Nürnberg beschäftigt. Anfangs des Jahres 1897 zur ehemaligen Generaldirektion der kgl. bayerischen Staatseisenbahnen in München einberufen, erhielt er im Jahre 1901 das wichtige Referat für den Bau und die Beschaffung von Eisenbahnfahrzeugen und Schiffen übertragen. In der gleichen Stellung war er sodann im kgl. bayerischen Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten und schliefslich bei der Zweigstelle Bayern des Reichsverkehrsministeriums tätig.

Während seiner mehr als 20jährigen Tätigkeit auf diesem wichtigen und interessanten Gebiete war es v. Biber, dank dem grofsen technischen Wissen und Können, das ihm eigen war, und dank seiner Fähigkeit, die Bauarten der Fahrzeuge den durch die geographischen und wirtschaftlichen Verhältnisse der bayerischen Bahnen sich ergebenden Bedürfnissen anzupassen, vergönnt, im geistigen Wettstreite mit den übrigen Eisenbahnverwaltungen hinsichtlich der zweckmäfsigsten Bauformen und im Zusammenwirken mit den bayerischen, auf grofser Höhe stehenden Bauanstalten Fahrzeuge zu schaffen, die in vieler Beziehung vorbildlich geworden sind. Er förderte für den schweren Hauptbahnbetrieb die Entwicklung der Vierzylinder-Verbund-Heifsdampflokomotive und brachte den Barrenrahmen in grofsem Umfange und mit gutem Erfolge zu einer Zeit zur Einführung, als die Verwendungsfähigkeit dieses Bauteiles in Deutschland noch sehr umstritten war. Weit über Bayern hinaus sind die während seiner Amtszeit entstandenen Bauformen der Heifsdampf-Vierzylinder-Verbundlokomotiven der Gattungen P 3/5, S 3/5, S 3/6, G 4/5 und G 5/5 und der Heifsdampf-Zwillingslokomotive Gattung G 3/4 bekannt; sie sind auch z. T. von anderen Eisenbahnverwaltungen übernommen worden.

Als versucht wurde, durch Einführung der sogenannten «leichten Züge» auf Haupt- und Nebenbahnen den Personenzugdienst so wirtschaftlich als möglich zu gestalten, schuf er die 2/3 gekuppelte Heifsdampf-Zwillings-Tenderlokomotive Gattung Pt 2/3 für Hauptbahnen und die einmännig besetzte 2/2 gekuppelte Heifsdampf-Zwillings-Tenderlokomotive Gattung Pt L 2/2 mit mechanischer Feuerbeschickung für Nebenbahnen; für den schweren Nebenbahndienst entstand die 4/4 gekuppelte Heifsdampf-Zwillings-Tenderlokomotive Gattung Gt L 4/4; alles Gattungen, die sich im Rahmen ihres Bauprogramms gut bewährt haben.

Mit der 2 × 4/4 gekuppelten Vierzylinder-Heifsdampf-Verbund-Gelenklokomotive der Gattung Gt 2 × 4/4, die für den Schiebedienst auf den Steilrampen Nordbayerns bestimmt ist, wurde die gröfste und schwerste deutsche Lokomotive geschaffen.

Auch im Wagenbau hat sich die Fähigkeit v. Bibers, den Forderungen der Technik, des Betriebes und auch der Bequemlichkeit der Reisenden Rechnung zu tragen, erwiesen. Es will nur auf die in grofser Zahl im bayerischen Netze vorhandenen zwei- und dreiachsigen Wagen 3. Klasse mit Endbühnen und innerem Durchgang für den Vorort- und Ausflugverkehr und auf die D-Zugwagen der verschiedenen Klassen hingewiesen werden, die namentlich, was geschmackvolle Ausstattung und zweckmäfsige Einteilung anlangt, allgemein bekannt und beliebt sind.

Bei den D-Zugwagen führte er schon seit 1908 zur Erzielung eines ruhigeren Laufes Drehgestelle von 3,5 m Radstand ein. Auch 4- und 6achsige Salonwagen, Krankensalonwagen und ein mit vielen neuzeitlichen Mefsinstrumenten ausgestatteter Mefswagen geben Zeugnis von dem technischen Geschick und guten Geschmack v. Bibers.

Für die staatliche Dampfschiffahrt auf dem Bodensee und Ammersee hat v. Biber Dampfschiffe beschafft, die den Erfordernissen einer wirtschaftlichen Betriebsführung und den Anforderungen, die von den Reisenden auch hinsichtlich Ausstattung gestellt werden, vollständig Rechnung tragen. Eine Eigenschaft v. Bibers darf nicht unerwähnt bleiben, die vielfach bei mafsgebenden Personen im Fahrzeugbau vermifst wird, nämlich die, dem Fahrzeug eine Form zu geben, die es, ohne dafs den konstruktiven Belangen Gewalt angetan worden wäre, auch im Aussehen und der Linienführung als ein dem Auge wohlgefälliges Gebilde erscheinen lassen. Die bayerischen S 3/6 Lokomotiven und die Inneneinrichtung der bayerischen D-Zugwagen sind in dieser Hinsicht vorbildlich.

Alles zusammengefafst kann v. Biber nachgerühmt werden, dafs er im Fahrzeugbau vieles Neue und Nützliche angeregt und geschaffen hat, das ihm in der Eisenbahnfachwelt ein ehrenvolles Andenken sichert.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Der gegenwärtige Zustand der chinesischen Eisenbahnen.

(Railway Age, Bd. 75, Nr. 20.)

China hat zwar eine Bevölkerung von 400 Millionen auf einer Fläche von 5000000 qkm, aber nur ein Eisenbahnnetz von 11417 km Länge, einschliefslich der im Bau begriffenen und der genehmigten Strecken. Die im Betrieb befindlichen Staatsbahnen machen davon 6190 km aus. 635 km Staatsbahnen sind im Bau, 780 km sind Privatbahnen und solche der Provinzen; die übrigen sind erst genehmigt; es besteht aber wenig Aussicht, dafs sie gebaut werden. Das Eisenbahnwesen leidet sehr unter den ungeordneten politischen Verhältnissen. Bestechlichkeit der Beamten und sonstige Mifswirtschaft, verspätete Zahlung der Gehälter, sind die Folgen. Die Staatsbahnen schulden allein an Amerika 20 Millionen Golddollar für Lieferungen.

Auf den Hauptstrecken verkehren neuzeitlich ausgestattete Züge amerikanischer Erzeugung. Da aber ein erheblicher Teil des für ihre Beschaffung ausgeworfenen Geldes sein Ziel nicht erreicht, sind sie nicht das, was man bei ihrem hohen Preis erwarten könnte. Nach dreiwöchigem Gebrauch waren schon alle Messinggriffe gestohlen.

Der Unterhaltungszustand der Eisenbahnen ist schlecht; nur der Oberbau wird gut unterhalten. Der Speisewagenbetrieb, der im wesentlichen den europäischen Reisenden 1. Klasse zugute kommt, wird von einem Amerikaner, der kürzlich China bereist hat, gelobt.

An der Strecke Peking-Suiyuan befindet sich ein Denkmal für den Erbauer der Bahn, bestehend aus einer lebensgrofsen Bildsäule mit einem tempelartigen Bau daneben, der eine grofse Gedenktafel enthält. Wernekke.

Schweizerische Eisenbahnstatistik 1922.

Das Eidg. Post- und Eisenbahndepartement hat, wie alljährlich, auch für das Jahr 1922 einen neuen Band der Schweizerischen Eisenbahnstatistik herausgegeben, der in zahlreichen Übersichten ein Bild über die Entwicklung und den Bestand des ganzen schweizerischen Eisenbahnnetzes, sowie der einzelnen Normalspur-, Schmalspur- und Zahnradbahnen, der Tramways, Drahtseilbahnen und sonstigen mit dem Bahnbetrieb zusammenhängenden Unternehmungen gibt.

Das schweizerische Bahnnetz umfafste Ende 1922 Bahnen aller Art mit einer Baulänge von insgesamt 5828 km gegen 5822 km im Vorjahr. Die zweispurigen Strecken haben um 35 km zugenommen und messen im ganzen 1162 km oder 20 v. H. der gesamten Länge. Im Zuwachs ist der anfangs 1922 in Betrieb gesetzte zweite Simplontunnel von 20 km Länge inbegriffen. Der Dampfbetrieb wurde auf 224 km Bahnlänge durch die elektrische Zugförderung ersetzt. Diese dehnte sich Ende 1922 auf 2512 km oder 44 v. H. der Gesamtlänge des Netzes aus. In diesem hohen v. H.-Satz sind jedoch die zahlreichen Schmalspur-, Zahnrad-, Drahtseilbahnen und Tramways, die fast sämtlich elektrisch betrieben werden, mit enthalten.

Von den Vollbahnen treffen 2809 km auf das Netz der Schweizerischen Bundesbahnen; hiervon werden 430 km elektrisch betrieben. 773 km Vollbahn, davon 297 km elektrisch betrieben, sind in anderweitigem Besitz. Von den 1546 km Schmalspurbahnen gehören nur 72 km (Brünigbahn) zu den Schweizerischen Bundesbahnen; 1194 km Schmalspurbahn werden elektrisch betrieben, ebenso die gesamten vorhandenen Tramways mit insgesamt 495 km Netzlänge. Auch der gröfste Teil der vorhandenen Zahnradbahnen mit insgesamt 109 km Länge und der Drahtseilbahnen mit insgesamt 49 km Länge werden elektrisch betrieben.

Der elektrische Betrieb wurde im Jahre 1922 neu aufgenommen auf den Strecken Bellinzona—Chiasso, Erstfeld—Luzern, Immensee—Rothkreuz, Arth-Goldau—Zug, Luzern - Zug.

Der Fahrzeugpark setzte sich Ende 1922 wie folgt zusammen:

Dampflokomotiven, Normalspur 1160 davon 1063 den S. B. B. gehörig
" Schmalspur 134 " 28 " " "
" f. Zahnradb. 39 " — " " "

Zusammen Dampflokomotiven 1333 gegenüber 1353 im Vorjahr.

Elektrische Lokomotiven, Normalspur 147 davon 114 den S. B. B. gehörig
" " Schmalspur 68 " — " " "
" " f. Zahnradb. 41 " — " " "

Zusammen elektrische Lokomotiven 256 gegenüber 211 im Vorjahr.

Von den Schmalspurlokomotiven sind 42 Dampflokomotiven und 31 elektrische Lokomotiven, obwohl nicht ausschliefslich für Zahnradbahnen bestimmt, ebenfalls mit Zahnrad ausgerüstet.

Ferner waren Ende 1922 für Normalspur-, Schmalspur- und Zahnradbahnen insgesamt vorhanden: 363 Motorwagen, 4775 Personenwagen, 33 Motorgepäckwagen, 1004 Gepäckwagen, 21973 Güterwagen, 117 Rollschemel und 2121 Privatwagen. Der Wagenbestand weist gegenüber dem Vorjahre nur geringe Unterschiede auf.

Von den Dampflokomotiven wurden auf eigener und fremder Bahn (Vollbahnen, Schmalspur- und Zahnradbahnen) im Jahre 1922 30930678 km, im Jahre 1921 31127731 km zurückgelegt; für elektrische Lokomotiven sind diese Zahlen im Jahre 1922 7485202 km, im Jahre 1921 5316216 km, woraus die Ausdehnung des elektrischen Betriebs ersichtlich ist. Im Jahresdurchschnitt leistete eine normalspurige Dampflokomotive der S. B. B. 25608 km, eine elektrische Lokomotive 42697 km.

Die geleisteten Zugkilometer von 39782796 km zeigen gegenüber dem Vorjahre mit 37422825 km eine mäfsige Steigerung.

Für das Netz der Schweizerischen Bundesbahnen allein gelten folgende Angaben:

	1921	1922
Baulänge	2827 km	2881 km
Davon doppelspurig	922 "	949 "
Zahl der Dampflokomotiven	1176	1091
" " elektr. Lokomotiven		114
" " Personenwagen	3405	3444
" " Gepäckwagen	780	786
" " Güterwagen und Rollschemel	18860	18888
" " Privatwagen	2080	2078
Fahrleistungen der Lokomotiven und Motorwagen	29 647 000 km	31 981 000 km
Geleistete Zugkilometer	23 865 000 "	25 977 000 "
Betriebseinnahmen	353 972 000 Fr.	344 215 000 Fr.
Betriebsausgaben	341 918 000 "	313 713 000 "
Einnahme-Überschufs	12 054 000 "	30 502 000 "

Pfl.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Die Brückenbauten der dänischen Staatsbahnen 1911—1923.

Technisk Tidskrift. Vägoch Vattenbyggnadskonst. 1923. Heft 7.

Die Brückenbauten bei den dänischen Staatsbahnen haben in den letzten Jahren stark an Umfang zugenommen. Fast bei allen Eisenbrücken hat der ständig wachsende Achsdruck der Lokomotiven und Wagen den Umbau notwendig gemacht. Diese Brücken wurden mit neuen Überbauten versehen, weil bei den verhältnismäfsig kleinen Spannweiten, die gewöhnlich vorkommen, eine Auswechslung vorteilhafter erschien als die blofse Verstärkung.

Bei den dänischen Brückenumbauten hat man nämlich in den letzten sechzehn Jahren möglichst überall die Bettung über die Brücken durchgeführt, um sich die bekannten Vorteile dieser Bauweise zu sichern: Dichtheit, Feuersicherheit, geringere Stofswirkung, Schalldämpfung, gröfsere Sicherheit bei möglichen Entgleisungen, Möglichkeit für kleinere Gleisverlegungen und Gleishebungen, z. B. bei Schottererneuerung. Bekanntlich können auch Weichen und Kreuzungen in Brücken mit durchgehender Fahrbahn hineinreichen und endlich hoffte man, die Unterhaltungsausgaben zu verringern, da der Anstrich sich vereinfacht und die kostspielige Bedielung mit Brückenhölzern entfällt.

Die Brückenbauten begannen um 1903 und sind soweit durchgeführt, dafs sich zur Zeit nur etwa 90 offene Eisenoberbauten mit Lichtweiten bis zu 12 m und etwa 30 über 12 m vorfinden. Die Lichtweiten unter 3 m sind jetzt so gut wie alle mit dichten Oberbauten ausgestattet.

Eine grofse Anzahl von Brückenbauten wurde veranlafst durch die Ersetzung schienengleicher Überfahrten mit Wegunter- und überführungen.

Dadurch wurde die Anzahl der Wegposten stark vermindert, wie aus der folgenden Übersicht für einige dänische Bahnstrecken hervorgeht:

Kopenhagen-Korsoer	Länge 109 km,	früher 67,	jetzt 11 Posten
Roskilde-Masnedsund	" 91 "	" 60,	" 10 "
Roskilde-Kalundborg	" 79 "	" 57,	" 28 "
Randers-Fredrikshavn	" 166 "	" 116,	" 46 "
Esbjerg-Ringkjoebing	" 84 "	" 54,	" 14 "

So gut wie alle Brücken, die in den letzten 12 Jahren bei den dänischen Staatsbahnen ausgeführt wurden, sind aus Beton oder Eisenbeton. An reinen Eisenbrücken sind in genanntem Zeitraum nur 4 Stück gebaut worden. Dr. S.

Messung von Kräften an Bauwerken.

(„Buildings" 23. Mai 1923, S. 1173.)

Der englische Ingenieur Fereday hat ein handliches Instrument erfunden, das die schnell sich ändernden Kräfte in Bauwerken aufzeichnet, z. B. an Brücken bei Vorüberfahrt eines Zuges, an Schiffen während der Fahrt u. dergl. Man kann dabei die Wirkung der bewegten Last untersuchen, und zwar befriedigend bis zu 350 Druckschwankungen in der Sekunde. Dazu wird ein Lichtstrahl von 2 Spiegeln zurückgeworfen, einem starr befestigten und einem

beweglichen, der zusammen mit dem zu untersuchenden Bauteil schwingt. Beide Strahlen bilden sich entweder auf einem durchsichtigen Mafsstab oder auf einem schnell sich bewegenden photographischen Film ab. Der Abstand zwischen diesen Bildern ergibt das Mafs der Kräfte Die Spur des unbeweglichen Strahles dient bei der Messung als Nullinie.

Dieses Gerät wurde in Indien für Beobachtungen an Brücken angewendet, wobei sich jedesmal zeigte, dafs die berechneten Spannungen gröfser waren als die gemessenen. Da die Längenänderung eines Stabes ein Mafs für die wirksame Kraft bildet, die rein statische Rechnung aber Elastizitätserscheinungen gewöhnlich unberücksichtigt läfst, so folgt hieraus, dafs Kräfte, die auf die bezeichnete Weise berechnet werden, gröfser sein müssen, als die wirklichen. Es kann daher die Rechnung eine Brücke leicht als zu schwach erscheinen lassen, während sie es in Wahrheit nicht ist. Bei den erwähnten Brückenuntersuchungen wurde als Regel beobachtet, dafs Durchbiegungen, die nach dem Prinzip der kleinsten Formänderungsarbeit berechnet wurden, immer gröfser waren als die beobachteten. Wenn eine rechnerisch gefundene Kraft mit der Verhältniszahl der gefundenen Formänderung zur errechneten vervielfältigt wird, so ergibt sich mit genügender Genauigkeit die wirkliche Kraft in diesem Bauteil*).

Das beschriebene Instrument kann in beliebiger Lage befestigt werden. Löcher sind zur Befestigung nur in seltenen Fällen nötig, zum Beispiel bei tiefen, kastenartigen Querschnitten oder bei Blechen über 50 cm Breite. — Temperaturschwankungen beeinflussen die Genauigkeit nur wenig. Dr. S.

*) Wir verweisen dazu auf den Apparat des holländischen Ingenieurs Okhuizen, der die gleichen Ziele verfolgt. Die Frage, ob das Mefsgerät Feredays nicht dauernd zu kleine Werte ergibt, müfste durch Vergleichsmessungen mit dem Okhuizen-Apparat oder durch Eichung an bekannten Formänderungen besonders entschieden werden. Schriftleitung.

Bahnhöfe nebst Ausstattung; Lokomotivbehandlungsanlage.

Lokomotivbekohlungsanlage mit Vorrichtung zum gleichmäfsigen Mischen verschiedener Kohlensorten.

(Railway Age 1923, 1. Halbj. Nr. 29.)
Mit Abbildung 2 und 3 auf Tafel 2.

Durch Mischen verschiedener Kohlensorten lassen sich wirtschaftliche Vorteile erzielen. Die Delaware & Hudson Company hat deshalb in der Station South Junction bei Plattsburg, N. Y eine Lokomotivbekohlungsanlage errichtet, die das Mischen bituminöser Steinkohle mit kleinstückigem Anthrazit in bestimmten Mischungsverhältnissen ausführt. Die Anlage besteht aus einem Entladehaus mit 2 Gleisen, den selbsttätigen Kohlenmefsvorrichtungen, einem Aufzug und aus den Kohlenspeichern mit Schüttrinnen zum Bekohlen der Lokomotiven.

Es können jeweils nur 2 Sorten Kohlen gemischt werden. Die ankommenden Kohlenwagen werden im Entladehaus durch ihre Bodenklappen in grofse, unter den Gleisen liegende Trichter entleert. Von hier gelangen die Kohlen in die beiden Mefsvorrichtungen, die mit Hilfe verstellbarer Scheidewände nach Bedarf eine gröfsere oder kleinere Menge der zugeführten Kohlensorten abzuschneiden gestatten; hierdurch ist die Veränderung des Mischungsverhältnisses ermöglicht. Die beiden Mefsvorrichtungen entleeren ihren Inhalt gleichzeitig in den zwischen den beiden Kohlentrichtern abwärts gleitenden Aufzugbehälter, auf diese Weise ihren Inhalt gleichmäfsig mischend. Die Auslösung zur Entleerung der Mefsvorrichtungen erfolgt durch den niedergehenden Aufzugbehälter, der 3 t Kohle aufnehmen kann.

Der Aufzug befördert die gemischte Kohle schräg nach aufwärts in den hochstehenden Kohlenspeicher, der in 2 Abteilungen je 250 t, also 500 t Kohlen aufzunehmen vermag. Der Kohlenspeicher ist aus Eisenbeton gebaut. Er weist eine freie Durchfahrt zur Aufnahme zweier Bekohlungsgleise auf; ein drittes Bekohlungsgleise führt seitlich am Speicher vorbei und für ein viertes ist der entsprechende Raum vorgesehen. Es können daher gleichzeitig gegenwärtig drei, späterhin vier Lokomotiven mit Kohlen versehen werden. Die gemischte Kohle wird von dem Aufzug zunächst in den turmartigen Aufbau des Kohlenspeichers verbracht und dort in einen festen Ausgleichtrichter entleert. Von hier gelangt die Kohle in einen doppelten Walzenbrecher, der die noch von der Grube her grobstückige Steinkohle in etwa 10 cm grofse Stücke bricht und die gemischte Kohle in den Kohlenspeicher entleert. Der Kohlenspeicher enthält eine Scheidewand, so dafs in den hierdurch gebildeten beiden Abteilungen die Kohlen in zwei verschiedenen Mischungen aufgespeichert werden können. Es ist auch möglich die Kohle an dem Kohlenbrecher vorbei zu leiten und ungebrochen anzusammeln.

Die Anlage ist für eine Stundenleistung von 75 t Mischkohle bestimmt. Das Mischungsverhältnis ist veränderlich, von 65 : 35 bis 25 : 75 %. Der Aufzug, der mit einem 25 PS Elektromotor betrieben wird, kann durch Druckknopfsteuerung sowohl vom Entladehaus als von dem Turmaufbau des Kohlenspeichers aus bedient werden.

Als Zubehör zur Bekohlungsanlage ist noch eine Sandtrockenanlage mit Vorratsraum für 100 t nassen Sand und 10 t trockenen Sand vorgesehen. Der Trockenofen wird mit Kohle geheizt. Der getrocknete Sand wird mit Druckluft dem Vorratsraum zugeführt; von hier kann er in teleskopartig ausziehbaren Ausflufsröhren den Lokomotiven zugeführt werden. Pfl.

Werkstätten, Stoffwesen.

Lehrenhaltige Bearbeitung von Holzteilen im Eisenbahnwagenbau.

(Engineering 1923, Bd. 116, Nr. 3015.)

Die Werkstätten der London Midland and Scottish Railway in Derby (England) befassen sich, wie bei den englischen Eisenbahnen üblich, nicht nur mit Ausbesserung von Fahrzeugen, sondern auch mit dem Neubau von solchen. Die Anlage zählt zu den besteingerichteten Werkstätten. Seit einiger Zeit ist dort bei der Bearbeitung von Hölzern für den Bau von Personenwagen ein Genau-Arbeitsverfahren mit Grenzlehrenprüfung, ähnlich wie in der Metallbearbeitung schon seit langem üblich, eingeführt worden.

Die Befürchtung, dafs Holz ein zu unzuverlässiger Baustoff für ein solches Verfahren sei und dafs es sich nach der Bearbeitung werfen und verziehen werde, hat sich als unzutreffend erwiesen. Dagegen zeigte sich, dafs auf den üblichen Holzbearbeitungsmaschinen die verlangte genaue Arbeit nicht erzielt werden konnte. Nur vorzüglich durchgebildete, in bestem Zustand befindliche Maschinen sind imstande, die Holzteile lehrenhaltig zu bearbeiten. Für Zapfen und Zapfenlöcher werden z. B. nur Unterschiede bis zu 0,1 mm zugelassen. Bei dieser Genauigkeit ist beim Zusammenbau der vom Vorratslager entnommenen Rahmenteile, Riegel usw. keinerlei Nachhilfe von Hand an den Zapfen, Fugstellen usw. erforderlich. Es war jedoch unmöglich, die für die Holzbearbeitung erforderlichen Schneidwerkzeuge, wie Quadratmeifsel, Zapfenlochfräsketten usw. im Handel mit der erforderlichen Genauigkeit zu erhalten, da bisher an Holzbearbeitungswerkzeuge so weitgehende Anforderungen nicht gestellt wurden.

Eine weitere Schwierigkeit lag darin, dafs bei neuzeitlichen Holzbearbeitungsmaschinen die zum Einstellen der Maschine für eine bestimmte Arbeit erforderliche Zeit einen grofsen Bruchteil der gesamten Arbeitszeit an der Maschine darstellt. Für eine mit 4 Schneidwerkzeugen arbeitende Holzhobelmaschine war z. B. die Einstellungszeit eine Stunde, die reine Arbeitszeit jedoch nur eine halbe Stunde. Ein solches Verhältnis ist natürlich nicht wünschenswert. Es wurde in Derby dadurch erheblich verbessert, dafs die Zeichnungen verschiedener Wagengattungen durchgesehen und im Sinne einer möglichst weitgehenden Vereinheitlichung überprüft wurden, so dafs nun Einzelteile, wie Riegel, Türrahmen usw. für verschiedene Wagenarten einheitlich und in grofsen Mengen auf Vorrat gearbeitet werden können. Alle diese Teile unterliegen einer genauen Nachprüfung mit verschiedenen Lehren und Grenzmafsen für „Gut“ und „Ausschufs“.

Aus diesen Einzelstücken wurden weitere zusammengesetzte Einheitswagenteile, wie Zwischenwände für Abteilwagen, Türen, Türrahmen, Seitenwandfelder fertig zusammengebaut. Auch hier wird

durch Verwendung von festen Lehren die Arbeit erleichtert und gröfsere Genauigkeit erzielt. Für den Zusammenbau von äufseren Wagentüren sind z. B. auf einer festen Lehre drei Prefsluftzylinder angebracht, die die vom Vorratslager entnommenen Rahmenlang- und Querstücke zusammenpressen. Diese Arbeit erfordert nur einen Augenblick; infolge der genauen Vorarbeiten pafst jeder Zapfen ohne Nachhilfe. Noch unter der Presse werden die Zapfenverbindungen mit Hilfe maschineller Einrichtungen verschraubt. Hierauf werden die Türen, falls noch nötig, in eine gufseiserne Türöffnungslehre eingepafst. In ähnlicher Weise werden Abteilzwischenwände zusammengebaut und mit Verschalung versehen, ebenso Seitenwandfelder, Stirnwände usw. Auch das ganze Wagendach wird auf einer Lehre fertig zusammengebaut, mit Hanfgewebe überzogen, gestrichen und als Einzelstück beim Zusammenbau des Wagens behandelt; es wird vorübergehend bis zum Aufsetzen auf das Wagengestell durch besondere Streben versteift.

Nach einer so weitgehenden Vorbereitung erfolgt der eigentliche Zusammenbau des Wagenkastens in sehr kurzer Zeit. Nachdem der Wagenboden verlegt ist, ist nur eine Stunde Zeit bis zum Aufsetzen des Daches erforderlich. Zum Einziehen der Zapfen dienen teilweise Prefsluftzylinder in Verbindung mit Zugstangen, die am oberen Ende der Stirnwände angreifen, teilweise tragbare Zahnstangen- und Hebelwinden. Beim Aufbringen des Daches, das mit Laufkranen zum Aufbaustand verbracht wird, müssen 90 Zapfen der Wände genau in 90 Zapfenlöcher des Dachrahmens eingreifen.

Nach diesem Verfahren sind bis jetzt über 120 Personenwagen erbaut worden. Die Bauzeit soll dabei von 6 Wochen auf 6 Tage verkürzt worden sein. Das Verfahren soll auch auf den Bau von Güterwagen ausgedehnt werden. Pfl.

Die »Einheiten«-Arbeitsweise bei der Ausbesserung von Güterwagen.

(Railway Age 1923, 2. Halbj., Nr. 2.)

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel 2.

Nach dem Streik im Juli 1922 wurde die Güterwagenwerkstätte zu Readville auf die Betriebsweise nach dem „Einheiten“- oder „Von Stand zu Stand“-Verfahren umgestellt; der Auslauf von monatlich 221 Wagen bei einer Belegschaft von 230 Mann stieg dabei auf 362 Wagen mit 320 Arbeitern. Diese Zunahme des Auslaufes gegenüber der der Belegschaft ist deshalb noch verhältnismäfsig höher zu bewerten, weil die meisten der nach dem Streik neu eingestellten Arbeiter noch unerfahren waren und durch eine verhältnismäfsig kleine Zahl von treugebliebenen Vorhandwerkern und Meistern angelernt werden mufsten. Der gröfste Anteil an dem Erfolg wird daher dem neuen Arbeitsverfahren zugeschrieben.

Readville ist in der Hauptsache eine Werkstätte für gröfsere Ausbesserungen; es werden 4 Klassen von Schadwagen unterschieden: solche mit über 72, 36, 20 und unter 20 Arbeitsstunden; die 1. und 3. Klasse bilden den Hauptanteil an der Leistung, wobei die erstere wieder die $1^1/_2$- bis 2fache Zahl der letzteren umfafst.

Die Ausführung gleichartiger Arbeiten an einer gröfseren Zahl Wagen liefs die Wirtschaftlichkeit des Einheiten-Verfahrens für gegeben erachten. Es werden dabei die Wagen gleicher Art in Einheiten zu 7 Stück vom Heben bis zum Wiegen und Beschriften über die verschiedenen für die einzelnen Arbeiten bestimmten und hintereinander liegenden Arbeitsplätze nach dem Arbeitsfortgang vorgeschoben.

Auf Platz A (s. Abb. 1, Taf. 2) werden die Wagen gehoben und die Arbeiten an den Drehgestellen, Untergestellen, Kupplungen usw. vorgenommen, auf Platz B werden die Schreinerarbeiten am Wagenkasten und an der Verschalung ausgeführt und die Bremse instand gesetzt, auf Platz C werden Dächer und Türen ausgebessert; hier wird auch der erste Anstrich aufgebracht; Platz D dient für den zweiten Anstrich, die Beschriftung und die übrigen Arbeiten zur Fertigstellung der Wagen. Die Arbeitsplätze A, B und D liegen im Freien ohne Überdachungen, Platz C ist die einzige vorhandene Werkstättenhalle von 48 m Breite und 105 m Länge mit 7 durchgehenden Gleisen. Bei Regenwetter werden die Anstreicharbeiten statt auf Platz D auf einem dafür freigehaltenen Gleise der Halle vorgenommen; ein zweites dient als Fördergleis und da auf einem weiteren die Fremdwagen ausgebessert werden, so werden nur vier Gleise zu dem Einheiten-Verfahren benutzt.

Ein weiterer Vorteil entsteht für die Holzbearbeitungswerkstätte dadurch, dafs die Hölzer der gleichen Abmessungen in gröfseren Mengen angefertigt werden können; sie werden in unmittelbarer Nähe der Arbeitsplätze gelagert und dabei der Platzersparnis wegen schräg aufrecht gestellt, so dafs sie von den Laufbrettern aus, auf denen die Schreiner arbeiten, bequem erfafst werden können.

Neben Rollwagen werden als Fördermittel elektrisch betriebene Schlepper verwendet, welche sehr kleine Krümmungen fahren können: sie dienen hauptsächlich für Radsätze, Kupplungsköpfe und andere schwere Teile. In ausgedehntem Mafse werden elektrische Handsägen zum Abschneiden der Dach- und Schalungsbretter benutzt. Aufser Leitungen für Prefsluft sind auch solche für Sauerstoff und Azetylen zum Schneiden und Schweifsen zu allen Arbeitsplätzen verlegt; Prefsluft dient auch für Hebezeuge zum schnellen Radsatzwechsel, ferner zum Spritzen der Farbe auf Unter- und Drehgestelle auf besonderen Arbeitsgruben.

3 Vorarbeiter, 2 Gehilfen und 3 Meister bilden das Aufsichtspersonal, so dafs jedem etwa 40 Mann unterstehen; die Anleitung der neuen Mannschaften durch diese erfolgte durch persönliche Fühlungnahme. B—r.

Lokomotiven und Wagen.

2 C-h 4 v Personenzug-Lokomotive der Belgischen Staatsbahnen.

(Génie civil 1923, Nr. 25. Mit Abbildungen).

Die Belgische Staatsbahn hat im Jahr 1923 zur Beförderung von Personenzügen auf Steigungen von 5 bis 10‰ 75 Stück 2 C Lokomotiven, Type 8bis beschafft. Es sind Heifsdampf-Vierzylinder-Verbundlokomotiven mit de Glehn-Triebwerk. Sie bilden eine Weiterentwicklung der vor dem Krieg in grofser Zahl vorhanden gewesenen Type 8 der Belgischen Staatsbahn, die ebenfalls Vierzylinder-Verbundwirkung, aber keinen Überhitzer aufweist

Die Zylindermittellinien der Lok. 8bis sind um 35% nach hinten geneigt. Die Hochdruckzylinder liegen aufsen und haben Kolbenschieber von 200 mm Durchmesser, die Niederdruckzylinder, aus einem Stück gegossen, liegen zwischen den Rahmen und haben bemerkenswerterweise Flachschieber. Es sind vier Heusingersteuerungen vorgesehen, die, wie auf französischen und belgischen Bahnen üblich, für Hoch- und Niederdruckgruppe getrennt verstellt werden können. Die Hochdruckzylinder sollen selbst bei höheren Fahrgeschwindigkeiten mit Füllungsgraden bis zu 55% arbeiten können.

2 C-h 4 v Personenzug-Lokomotive der belgischen Staatsbahnen.

Der Betrieb dieser neuen Personenzuglokomotiven gestaltet sich sehr wirtschaftlich: der Dampfverbrauch soll bei günstigen Fahrbedingungen nur 6,7 kg/PS.St betragen. Die Verwendung eines Abdampf-Injektors vermindert diesen Betrag noch um etwa 10%. Die Lokomotiven befördern zwischen Brüssel und Ostende 600 t schwere Züge ohne Schwierigkeiten. Die 42 km lange Strecke Gent—Brügge wurde in 30 Minuten, also mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 84 km/St. zurückgelegt. Die erreichte Höchstgeschwindigkeit betrug 103 km/St. Bei nur 440 t Wagenlast können 90 km/St. mittlere, 120 km/St. Höchstgeschwindigkeit erreicht werden. Der Gesamtfüllungsgrad schwankt hierbei zwischen 17 und 25%.

Nachstehend sind die Hauptabmessungen der Type 8bis zusammengestellt, zum Vergleich ist auch die ältere Type 8 in die Zusammenstellung aufgenommen:

	Type 8	Type 8bis
Kesseldruck	16 at	16 at
Zylinderdurchmesser. Hochdruck	360 mm	400 mm
„ Niederdruck	600 „	600 „
Kolbenhub	640 „	640 „
Kesseldurchmesser	1488 „	1500 „
Heizrohre, Anzahl	232	154
Rauchrohre: Anzahl	—	28
Rohrlänge	4400 „	4400 „
Rostfläche	3,08 qm	3,08 qm
Durchmesser der Treibräder	1800 mm	1800 mm
„ „ Laufräder	900 „	900 „
Fester Achsstand	4200 „	4750 „
Achsstand der Kuppelachsen	4200 „	4750 „
Ganzer Achsstand der Lok.	7500 „	8880 „
Achsdruck der Treibachsen	56 t	59,7 t
Dienstgewicht der Lokomotive	75,5 „	83,5 „

2 C-h 4 Schnellzug-Lokomotive der Great Western Bahn.

(Engineering 1923, Heft 12. Mit Abbildungen.)

Im Sommer 1923 haben die Werkstätten und Lokomotivbauanstalten der Great Western Bahn in Swindon für ihre Bahn eine Anzahl 2 C-Vierlings-Schnellzuglokomotiven geliefert, die von ihrem Konstrukteur, Mr. C. B. Collett, entworfen wurden.

Der domlose Kessel dieser Lokomotiven mit Swindon-Überhitzer und Belpaire-Feuerbüchse besteht aus zwei kegelförmigen Schüssen mit 1752 mm gröfsten und 1574 mm kleinstem äufseren Durchmesser. Er trägt auf dem hinteren Schufs den Ventilaufsatz. Die Feuerbüchse ist zwischen die Rahmen eingezogen. Der Rost verläuft im hinteren Teil wagrecht über der letzten Kuppelachse, im vorderen ist er schwach geneigt. Die lotrecht stehende Stehkesselvorderwand mifst vom Kesselbauch bis zum unteren Rand des Bodenringes der Feuerbüchse etwa 900 mm. Die Stehkesselrückwand ist schwach geneigt. Besonders geräumig, ganz gegen die Gepflogenheiten der Bahn, ist bei diesen Maschinen das Führerhaus ausgebildet. Aufsergewöhnlich hoch für einfache Dampfdehnung ist der Kesseldruck, der 15,8 at beträgt und auch den der grofsen 2 C 1-h 3 Lokomotiven der London und Nordostbahn übersteigt.

Die beiden Innenzylinder sind bis über die vordere Laufachse des Drehgestells vorgezogen und treiben die erste der drei gekuppelten Achsen an; die Aufsenzylinder, möglichst weit nach rückwärts verlegt, arbeiten auf die zweite Kuppelachse. Die Zylinder haben 406 mm, ihre Kolbenschieber 203 mm Durchmesser. Die Führung der Kreuzköpfe besteht bei allen vier Zylindern in je zwei (einem oberen und einem unteren) Gleisbalken. Der Austritt der Kolbenstange aus dem vorderen Zylinderdeckel ist durchweg vermieden. Die inneren Treibstangen haben starke Gabelköpfe mit Keil-Nachstellung, die äufseren dagegen Büchsen ohne Nachstellung. Die Steuerung liegt innen. Die Kolbenschieber der äufseren Zylinder sind durch wagerechte Doppelhebel mit den Innenschiebern verbunden.

Die Lokomotiven haben innenliegende Plattenrahmen, die vorne um beiderseits 82 mm, also stark zusammengezogen sind. Die Laufräder messen 965, die Kuppelräder 2045 mm im Durchmesser. Die Tragfedern der gekuppelten Achsen hängen unter den Achsbüchsen und sind beiderseits durch Ausgleichhebel miteinander verbunden. Sämtliche Räder, auch die des Drehgestelles, sind einklötzig gebremst.

Nachstehend geben wir die Hauptabmessungen dieser Lokomotiven:

Kesselüberdruck	15,8 at
Zylinderdurchmesser	406 mm
Kolbenhub	660 „
Kesseldurchmesser aussen	1574/1752 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	2654 „
Feuerbüchse: Länge aufsen	3048 „
„ Weite aufsen	1219 „
Heizrohre: Anzahl	201
„ Durchmesser	50 „
Rauchrohre: Anzahl	14
„ Durchmesser	130 „
Rohrlänge	4635 „
Feuerber. Heizfl. der Feuerb.	15,2 qm
„ „ „ Rohre	175,4 „
Heizfläche des Überhitzers	24,4 qm
„ im Ganzen H	215,0 „
Rostfläche R	2,8 „
Durchmesser der Triebräder	2045 mm
„ „ Laufräder	965 „
Fester Achsstand	4496 „
Achsstand der Kuppelachsen	4496 mm
Ganzer Achsstand der Lok.	8305 „
„ „ „ „ einschl. Tender	16618 „
Achsdruck der Treibachsen G_1	59,8 t
„ des Drehgestells	21,3 „
Dienstgewicht der Lok. G	81,1 „
„ des Tenders	40,6 „
Vorrat an Wasser	16 cbm
Zugkraft Z	14230 kg
$H:R=$	76,8
$H:G=$	2,6 qm/t
$H:G_1=$	3,6 „
$Z:H=$	66,2 kg/qm
$Z:G=$	175,4 kg/t
$Z:G_1=$	237,9 „

Still-Motor und Lokomotivbau.

(Le Génie Civil 1924, Bd. 84, Nr. 5.)

Die Entwicklung des Still-Motors ist im Verlauf der letzten 10 Jahre soweit gediehen, dafs er nunmehr als brauchbare Maschine gelten kann. Jedenfalls hat eine englische Reederei vor einiger Zeit einen solchen schon als Antriebsmaschine in ein gröfseres Seeschiff eingebaut.

Der neue Motor stellt im wesentlichen eine Vereinigung von Verbrennungsmotor und Dampfmaschine vor, d. h. es wirken auf der einen Kolbenseite Verbrennungsgase, auf der andern aber Wasserdampf als treibende Kraft. Dieser Dampf wird unter Verwendung der Verbrennungs-Abgase in einem Röhrensystem aus dem Kühlwasser erzeugt, wodurch ein grofser Teil der sonst mit diesem und mit den Abgasen verloren gehenden Wärmemenge nutzbar gemacht wird. Der Wirkungsgrad des neuen Motors dürfte sich hierdurch erheblich günstiger gestalten als bei der einfachen Verbrennungsmaschine. Ein wesentlicher Fortschritt gegenüber der letzteren soll indessen für den Antrieb von Fahrzeugen, vor allem für den Eisenbahnbetrieb, darin liegen, dafs der neue Motor vermöge der Verwendung von Dampf auf der einen Kolbenseite leichter anlaufen kann als die gewöhnliche Verbrennungsmaschine. Damit wird eine besondere Luftverdichtungsanlage überflüssig. Das Röhrensystem, das zur Erzeugung des Dampfes dient und das man gewissermafsen als Ersatz für die Verdichtungsanlage betrachten kann, soll wesentlich leichter und einfacher sein als diese.

Bei Versuchen mit dem Still-Motor konnte dieser mit 20 bis 135 Umdrehungen in der Minute betrieben werden. Er ist demnach ebenso leicht regelbar wie die Dampfmaschine und ist damit dem Diesel-Motor in dieser Beziehung überlegen. Der mittlere Druck betrug auf der Verbrennungsseite ungefähr 5,45 kg/qcm, auf der Dampfseite etwa 0,5 kg/qcm. Bei der mittleren Zahl von 122 Umdrehungen in der Minute erreichte der Motor eine indizierte Leistung von 1410 PS_i und eine Bremsleistung von 1240 PS_e. Der mechanische Wirkungsgrad war 87,8%, der Verbrauch an Schweröl 160 g für jede PS.-St. Die stündlich erzeugte Dampfmenge betrug 1100 kg. Der Lauf des Motors war bei voller Belastung verhältnismäfsig ruhig, der Auspuff farblos, die Verbrennung demnach vollständig. Wenn sich der Motor bewährt, dürfte er sich vermöge seiner angegebenen Eigenschaften auch für den Antrieb von Lokomotiven eignen. Die Quelle empfiehlt dies für wasserarme Gegenden, vor allem für die geplante Sahara-Querbahn, wo die Verwendung reiner Dampflokomotiven nicht mehr in Frage kommt. In England ist man schon mit dem Entwurf einer „Still-Lokomotive" beschäftigt und man rechnet damit, dafs die ersten Versuche mit derselben etwa in einem Jahr stattfinden können. R. D.

Neuere Personenwagen in Amerika.

(Railway Age 1923, 2. Halbj. Nr. 8.)

Die Atlantic Coast-Linie hat kürzlich neue Personenwagen in Dienst gestellt. Die Wagen haben zwei Drehgestelle mit je 3 Achsen von 915 mm Raddurchmesser und 127×228 mm Achsschenkelabmessungen. Der Wagenkasten ist 22,67 m lang und enthält 88 Sitzplätze.

Von dem Gesamtgewicht des Wagens von 67,5 t treffen 21 t auf die beiden Drehgestelle; auf 1 Sitzplatz entfällt ein Wagengewicht von 767 kg. Die Wagen sind mit den üblichen Klappsitzen, Westinghousebremse und elektrischer Beleuchtung, Bauart Stone-Franklin mit Edisonstromspeichern ausgestattet.

Die Chicago, Rock Island & Pacific-Bahn hat ebenfalls 50 neue Personenwagen besonders leichter Bauart für den Nahverkehr in Dienst genommen, die von der Standard Steel Car-Gesellschaft geliefert worden sind. Diese Wagen haben zweiachsige Drehgestelle mit Stahlgufsrahmen. Der Laufkreisdurchmesser der geschmiedeten Scheibenräder ist 838 mm, die Achsschenkelmafse sind die gleichen wie oben. Der Drehgestellradstand ist 1930 mm, der Drehzapfenabstand 17525 mm. Für die Bleche und sonstigen Eisen-Bauteile des eisernen Wagenkastens wurde kupferhaltiges Eisen verwendet. Das Gewicht des Wagens beträgt bei 100 Sitzplätzen nur 41,7 t, wovon 30 t auf den Wagenkasten und 11,7 t auf die beiden Drehgestelle treffen. Auf einen Sitzplatz entfällt daher ein Wagengewicht von nur 417 kg.

Der Raum zwischen den Sitzbänken, deren Lehne je nach der Fahrtrichtung des Wagens umgestellt werden kann, ist weiter als üblich gehalten; bei jeder Sitzbank ist ein besonderes Fenster. Die Türen und Plattformfufstritte sind so breit gehalten, dafs zwei Personen nebeneinander den Wagen betreten oder verlassen können, wodurch eine erhebliche Verkehrsbeschleunigung durch Verkürzung der zum Ein- und Aussteigen der Fahrgäste erforderlichen Zeit erreicht wird. Dem gleichen Zwecke dient die Anordnung von vier Längsbänken an Stelle von Quersitzen für je zwei Fahrgäste in den vier Ecken des Wagens.

Die Dampfheizung wird durch „Thermostaten“ selbsttätig geregelt, so dafs das Zugpersonal der Heizung keine Beachtung zu schenken hat. Die Wärme wird hierdurch zwischen 21 und 23° C während der Fahrt und auf etwa 10° C bei Hinterstellung unter Dampf gehalten.

Der Beleuchtung des Wagens dienen zwei Reihen elektrischer Glühlampen, die beiderseits des Mittelganges etwa in der Mitte der Quersitzbankreihen angebracht sind. Die Anlage ist so getroffen, dafs sowohl Strom von 32 V als auch von 64 V Spannung verwendet werden kann. Die Wageneigentümerin benützt für ihre Nahzüge $7^1/_2$ kW-Turbogeneratoren mit 64 V Spannung, die auf der Zuglokomotive aufgestellt sind und den Strom unter Benutzung eines Dreileiter-Verteilungsnetzes den Wagen zuführen. Da es jedoch gelegentlich wünschenswert ist, solche Nahzugwagen an Hauptbahnfernzüge anzuhängen, deren Beleuchtungseinrichtungen durch Strom von 32 V Spannung gespeist werden, so wurden die neuen Nahzugwagen mit einem besonderen Schalter ausgerüstet, der selbsttätig, je nach der angeschlossenen Spannung, die Lampengruppen für die Spannung von 32 oder 64 V schaltet. Dieser Schalter arbeitet in Verbindung mit einem Handschalter, der der einzige, dem Zugpersonal zugängliche Teil der Beleuchtungseinrichtung ist. Der Handschalter läfst vier Stellungen zu: 1. Ausgeschaltet, 2. Voll eingeschaltet, 3. Erste Notschaltung, 4. Zweite Notschaltung. Jeder Wagen ist mit Stromspeichern für 32 V und 80 Amperestunden ausgerüstet, die beim Versagen der Stromlieferung von der Zugsmaschine selbsttätig die Stromlieferung übernehmen; es ist hierbei lediglich der Handschalter in eine der beiden Notstellungen zu bringen, wobei je die Hälfte der Lampen in gleichmäfsiger Verteilung über den ganzen Raum brennen. Die zwei Notschaltungen sind vorgesehen, um bei Störungen in einem Stromkreis den zweiten benutzen zu können.

Die Stromspeicher liefern auch den Strom zur Bedienung des die Dampfheizung regelnden Thermostaten. Ferner ist mit der Einrichtung noch ein Prefsluftschalter verbunden, der die Stromsammler vom Beleuchtungsstromkreis abschaltet, wenn die Wagen ohne Prefsluft in Bahnhöfen hinterstellt werden. Hierdurch wird ein nutzloses Entladen der Stromspeicher verhindert. Pfl.

Betrieb in technischer Beziehung; Sicherungswesen.

Durch Lokomotivschäden verursachte Eisenbahnunfälle in Amerika.

(Railway Age 1924, 1. Halbjahr, Nr. 4.)

In Amerika hat sich im letzten Jahr die Anzahl der Lokomotivschäden und der durch solche verursachten Eisenbahnunfälle beträchtlich vergröfsert. Die von der amtlichen Lokomotiv Überwachungsstelle für das vom Juli 1922 bis Juni 1923 dauernde letzte Berichtsjahr 1923 und einige vorhergehende Berichtsjahre seit 1920 herausgegebene Zusammenstellung gibt darüber ein interessantes Bild und soll hier teilweise wiedergegeben werden:

	Berichtsjahr 1920	1921	1922	1923
1. Zahl der überwachten Lokomotiven	69 910	70 475	70 070	70 242
2. Zahl der untersuchten Lokomotiven	49 471	60 812	64 354	63 657
3. Zahl der dabei als schadhaft befundenen Lokomotiven	25 529	30 207	30 978	41 150
4. Ebenso in % der untersuchten Lokomotiven	52	50	48	65
5. Zahl der infolgedessen aus dem Dienst gezogenen Lokomotiven	3 774	3 914	3 089	7 075
6. Zahl der Unfälle allgemein infolge von Lokomotiv- oder Tenderschäden	843	735	622	1 348
7. Zahl der Getöteten allgemein infolge von Lokomotiv- oder Tenderschäden	66	64	33	72
8. Zahl der Verletzten allgemein infolge von Lokomotiv- oder Tenderschäden	916	800	709	1 560
9. Zahl der Unfälle im besonderen infolge von Kesselschäden	439	312	273	509
10. Zahl der Getöteten im besonderen infolge von Kesselschäden	48	41	25	47
11. Zahl der Verletzten im besonderen infolge von Kesselschäden	503	379	318	594

R. D.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Amerikanische Gleichstrombahnen (3000 Volt).

Chilenische Staatsbahnen.

Die Arbeiten für Einführung des elektrischen Betriebes auf der 187 km langen Strecke Valparaiso—Santiago nebst der 45 km langen Zweiglinie nach Los Andes stehen vor dem Abschlusse. Auf der Teilstrecke Santiago—Til—Til haben die Probefahrten stattgefunden. Bereits 90 v. H. des Tragwerkes und der Leitungsanlage ist fertiggestellt. Zwei Wasserkräfte, von denen das Werk Meintenes der Cia Chilena Elektricidad das wichtigere ist, liefern Drehstrom von 44 bezw. 12 kV an 5 Unterwerke, die ihn in Gleichstrom umformen.

Für 100 Dampflokomotiven sollen 39 elektrische Lokomotiven Ersatz bilden. Diese zerfallen in:

Bestimmt für	Zahl der Lok.	Bauart	Zahl der Motoren	Leistung PS	Gewicht t	Gröfste Geschwindigkeit km/Std.
Schnellzüge	6	1-CC-1	6	2250	130	100
Nahpersonenzüge	11	O-BB-O	4	1500	80	90
Güterzüge	15	C + C	6	1680	115	65
Verschiebedienst	7	B B	4	480	67	—

(Elektric Railway Journal 1923, Bd. 62, S. 132.)

Mexikanische Bahnen.

In Heft 22 vom 1. Dezember 1923, S. 1021 u. ff., des „Railway Age“ beschreibt Glen H Walker die Bauart der von der General Elektric Co. für die Mexikanische Eisenbahn-Gesellschaft zu liefernden zehn Gleichstrom-Lokomotiven (3000 Volt).

Die genannte Gesellschaft ist im Begriffe, auf ihrer von Vera Cruz (Golf von Mexiko) nach Mexiko-Stadt führenden Hauptlinie den elektrischen Betrieb einzuführen. Zunächst soll damit auf dem 48,3 km langen Teilabschnitt zwischen Orizaba und Esperanza begonnen werden. Dieser Streckenteil wurde gewählt mit Rücksicht auf die ungünstigen Streckenverhältnisse, welche unter dem Namen „Maltrata-Steige“ bekannt sind; auf die Länge von 48,3 km wird hier ein Höhenunterschied von 1220 m überwunden (25,4 ‰).

Die Hauptangaben für die Lokomotiven sind:

Spurweite	1435 mm
Achsanordnung	AA-AA-AA
Zahl der Treibachsen	6
Treibraddurchmesser	1168 mm
Gesamt-Achsstand	12350 „
Gröfster fester Achsstand	2790 „
Gröfste Breite des Aufbaues	3088 „
Länge über Mittel-Kupplung	16100 „
Gewicht des mechanischen Teiles	78,5 t
Zahl der Motoren	6
Zahnradübersetzung	18/90
Gesamt-Dauerleistung und Dauerzugkraft	2500 PS, 20900 kg
Stundenleistung und Stundenzugkraft	2700 PS, 24400 kg
Geschwindigkeit bei Dauerleistung und bei Stundenleistung	33 km/Std., 32,5 km/Std.
Gewicht der elektr. Ausrüstung einschl. Druckluftbremse	61,3 t
Gesamtgewicht	139,8 t
Treibachslast	23,3 t

Die Lokomotiven haben drei zweiachsige Drehgestelle; letztere bestehen aus Seitenrahmen von Stahl, die mit Querrahmen verschraubt sind, an denen das Triebwerk angebracht ist. Der ungeteilte Kastenaufbau ruht auf zwei Ausgleichrahmen, die auf Drehpfannen gelagert sind, die auf dem Drehgestell-Querriegel aufliegen. Von den sechs nach Strafsenbahnbauart gebauten Motoren arbeiten je zwei in Reihe; das Ritzel des Läufers hat 18, das Zahnrad der Treibachse 90 Zähne.

Bemerkenswert ist die Schaltung der Hilfsantriebe. An solchen sind vorhanden: Ein „Dynamotor“ für 3000/1500 Volt, der einen 4 kW starken Stromerzeuger mit 65 Volt Spannung für Licht, Heizung, Steuerstrom usw. fliegend antreibt, ein Erregersatz, zwei mit 1500/3000 Volt betriebene Bläser und zwei mit den gleichen Spannungen arbeitende Luftverdichter. Bläser und Verdichter-Antriebe sind gewöhnlich in Reihe bei 3000 Volt geschaltet, doch können sie bei verminderter Leistung auch mit 1500 Volt in Reihe arbeiten. Der Erregersatz für die Rückgewinnungsbremse liegt zwischen dem Mittelpunkt des Dynamotors und der Erde. Diese Schaltung kann auch für die Bläser und Verdichter-Antriebe angewendet werden, wenn der eine von den in Reihe geschalteten Motoren schadhaft wird. Die Lokomotiven sind mit nicht selbsttätiger Zugsteuerung ausgerüstet.

Die Steuerwalze ermöglicht, alle sechs, oder je drei oder je zwei Motoren in Reihe zu schalten; dies führt zu neun Fahrstufen. Für die Rückgewinnungsbremse sind 15 Stufen auf jeder Steuerwalze für jede der drei Motorgruppen vorhanden.

Die Stromabnehmer beherrschen einen Höhenbereich der Fahrleitung von 4,70—7,32 m. Die Widerstände für die Fahrstufen sind getrennt von dem Raum für die übrige Ausrüstung untergebracht. Zwei am Dache angebrachte Lüfter besorgen die Abfuhr der in den Widerständen erzeugten Wärme. Naderer.

Bücherbesprechungen.

Berechnung und Konstruktion von Dampflokomotiven von W Bauer und X. Stürzer. 2. neubearbeitete Auflage, C. W. Kreidels Verlag Berlin.

Die 2. Auflage des Buches ist nach dem Tode des Dipl.-Ing. Stürzer von Dipl.-Ing. W. Bauer allein bearbeitet. Gegen die vor 12 Jahren erschienene 1. Auflage zeichnet sich die Neuauflage aus durch Verringerung der Entlehnungen aus der inzwischen ziemlich veralteten „Eisenbahntechnik der Gegenwart“ und durch einige Verbesserung des Stiles. Neu hinzugekommen ist vor allem ein Abschnitt über die Elektromotiven. Die Gliederung des Hauptstoffes ist die übliche. Auf die Besprechung der Widerstände und die Art der Bestimmung der kennzeichnenden Gröfsen der Lokomotiven im ersten Kapitel folgen die konstruktiven Abschnitte über das Triebwerk, den Kessel, den Rahmen und die Steuerungen. Die weiteren Teile behandeln Sonderausrüstungen wie Bremsen, Anfahreinrichtungen, Überhitzer, Vorwärmer und sonstige Ausrüstung. Eingeschoben ist in diesen Teil ein Kapitel „Kurveneinstellung“, in dem jedoch nicht nur dieser Gegenstand, sondern auch die störenden Bewegungen der Lokomotiven behandelt sind, und das wohl infolge seines mehr theoretischen Charakters, wie dies meist geschieht, an früherer Stelle einzureihen gewesen wäre. Im Anhang über Elektromotiven werden die Vor- und Nachteile der Dampflokomotiven und der elektrischen Zugmaschinen gewürdigt, sowie eine für die rasche Einführung in dieses Gebiet geeignete Darstellung des mechanischen Teils der elektrischen Lokomotiven, der mannigfachen Motoranordnungen und Antriebsarten gegeben. Die Berechnung der Triebwerksteile kommt mit 2 Seiten allerdings zu kurz weg. Die bauliche Ausbildung dieser Teile ist gar nicht erörtert.

Bei aller Anerkennung des aufgewendeten guten Willens enthält auch die 2. Auflage eine grofse Zahl von Irrtümern, die auf verhältnismäfsige Unerfahrenheit des Verfassers schliefsen lassen. Schon in dem wiederholten Vorwort zur 1. Auflage ist ein schiefes Urteil enthalten. Woher weifs denn der Verfasser, dafs „im Lokomotivbau die Konstruktion und Ausführung nach bewährten Mustern ohne Rücksicht auf die Anforderungen, die an die zu bauende Maschine gestellt werden und ohne auf möglichste Ausnützung des Materials bedacht zu sein, vielfach in Anwendung gebracht wird“? Durch eine solche Behauptung wird einem hochentwickelten Industriezweig das Ansehen, welches er in der ganzen Welt geniefst, recht unberechtigt geschmälert. Der Verfasser hat in Zahlentafeln bis zu 63 Spalten die Abmessungen und Verhältniszahlen von 268 Lokomotiven zusammengetragen. Sollen das nicht gerade die mit Recht verpönten „bewährten Muster“ sein? Leider findet man solche Kartotheken auch in anderen Büchern über den Lokomotivbau. Im sonstigen Maschinenbau ist mir diese Methodik nicht begegnet.

Auf S. 25 steht: Während also die Rostbelastung um das Dreifache gestiegen ist, nahm die Dampferzeugung nur um etwa das Doppelte zu, statt auf das Dreifache bzw. Doppelte. Auf S. 31 fehlt für die verwendeten Zeichen Hd und Hi die Angabe der Bedeutung; auf S. 40 sind in der Formel $\psi =$ die Buchstaben F und R zweimal mit verschiedener Bedeutung gebraucht. Auf S. 43 ist die Zahl 0,5 einmal als Verhältnis der durch die direkte Heizfläche erzeugten Dampfmenge zu dem von den Rohren erzeugten Dampf, dann zur gesamten Verdampfung angegeben. Die auf S. 51 angegebenen Füllungszahlen liegen noch nicht an der Reibungsgrenze. Bei den Vorteilen des Heifsdampfes S. 26 mufs es unter a) heifsen „Wasserverbrauch“ statt „Dampfverbrauch“. Der Schlufs unter b), dafs die Heifsdampfmaschine weniger Dampf braucht, da dieser infolge der Überhitzung ein bedeutend gröfseres Volumen besitzt, ist abwegig, ebenso dafs die dampferzeugende Heizfläche „im Verhältnis der Volumina von Heifsdampf zu Nafsdampf bei gleicher Leistungsfähigkeit verringert werden kann.“ Die Feststellung unter c) dafs „aus demselben Grunde auch die Abmessungen der gesamten Lokomotive bei hochüberhitztem Dampf kleiner als bei gleichwertiger Nafsdampflokomotive werden“ ist mir unverständlich. Nicht nur werden die Zylinder gröfser, was Verfasser a. a. O. selbst erwähnt, sondern die Heizfläche vergröfsert sich, da der Überhitzer auch dazuzählt und Triebwerk, Rahmen, Reibungsgewicht usw. können doch dem Heifsdampf zuliebe nicht schwächer gehalten werden. Der Absatz d) wird eingeleitet: „Infolge der dem überhitzten Dampf innewohnenden Wärmemenge ist eine gröfsere Arbeitsleistung im Zylinder möglich eben wegen des gröfseren Wärmegefälles“. Nun sind Wärmemenge und Wärmegefälle ganz verschiedene Dinge und ihre Verquickung wirkt verwirrend. Unter e) meint der Verfasser „die bessere Dampfausnützung hat auch eine Verminderung des Kohlenverbrauches zur Folge, da die sonst in die Rauchkammer entweichende Wärme der Heizgase wenigstens

zum Teil noch zur Überhitzung ausgenützt wird". Auch hier wieder eine doppelte Begründung mit einem Kausalsatz. Was hat die bessere Dampfausnützung mit der Abwärme der Heizgase gemein? Übrigens ist die letzte Begründung auch falsch, da sich Nafsdampfkessel sehr wohl sogar mit besserer Ausnützung der Heizgase bauen lassen als Heifsdampfkessel. Oberflächliche Logik und falsche Auffassung begegnen dem Leser leider noch oft in diesem Buche. Auf der nächsten Seite glaubt der Verfasser, dafs die Heizfläche der Drillingslokomotive gegenüber dem Zwilling „jedenfalls wird vergröfsert werden müssen". Er übersieht dabei die viel bessere Art der Zugerzeugung durch den Auspuff des Drillings. Die Heizfläche kann im Gegenteil höher belastet werden. Ebenda heifst es, die Dampfausnutzung sei bei der Verbundmaschine eine wesentlich bessere, „namentlich bei Heifsdampf". Auch dies ist ganz verkehrt: es mufs heifsen: namentlich bei Sattdampf. Warum die Vierzylinderverbundmaschine „für Strecken mit viel Steigung und dabei langer Fahrt ohne Aufenthalt besonders am Platze" ist, mufs näher begründet werden. In dieser Fassung ist die Behauptung recht mifsverständlich, weil im allgemeinen gerade die Lokomotiven mit einfacher Dampfdehnung auf steigungsreichen Strecken mehr am Platze sind. Nur für Gebirgsbahnen mit gleichbleibender Steigung trifft die angeführte Behauptung zu. „Auf die Gröfse der Heizfläche" heifst es S 27, „ist der Dampfdruck insofern von Einflufs, als mit steigendem Druck auch die Erzeugungswärme des Dampfes steigt, also mehr Wärme durch die Heizfläche übertragen werden mufs". War sich der Verfasser bewufst, dafs diese Zunahme zwischen 13 und 16 at Überdruck ganze 0,15 v. H. beträgt, oder glaubt er die Kesselheizfläche so fein abstufen zu können? Ist der Dampfverbrauch infolge des höheren Anfangsdruckes nicht um vieles geringer als die Zunahme der Erzeugungswärme beträgt? Der Kohlenverbrauch der Lokomotiven wird auf S. 31 pro PSi und Stunde zu 1,0 kg bis 2,0 kg angegeben, auf S. 377 steht, dafs der Dampfverbrauch pro PSe/Std. bei Lokomotiven „selten unter 4 kg sinkt". Diese Zahlen sind nicht miteinander vereinbar, statt 4 mufs es etwa 8 kg heifsen. Desgleichen ist es ein grofser Irrtum auf S. 377, dafs in Kraftzentralen der Dampfverbrauch pro PSe Std. auf 1 bis 1,2 kg herabgedrückt werden kann. Selbst mit modernsten Grofsdampfturbinen werden bei vorzüglichem Vakuum und günstigster Belastung 3,5 kg nicht unterschritten. Der Verfasser verrät auf diesem Gebiet grofse Unkenntnis.

Diese Proben von Unrichtigkeiten, welche noch vielfach vermehrt werden könnten, mögen hier genügen. An vielen Stellen läfst der Stil noch recht zu wünschen übrig, z. B. S. 39, wo „der Wärmeübergang dem Temperaturgefälle an den einzelnen Stellen nicht im Quadrat direkt proportional ist". Was steht im Quadrat, der Wärmeübergang oder das Temperaturgefälle? Oder S. 53: „die Expansion erstreckt sich auf die ganze Dampfmenge vom absoluten Druck an gerechnet". Wo geht der absolute Druck an? Der Abschnitt „Kurveneinstellung" S. 92 schliefst: „Näheres über das Roysche Verfahren und Kurveneinstellung siehe Kapitel Kurveneinstellung". Wirklich gibt es S. 281 noch einen Abschnitt betitelt „Kurveneinstellung". „Die Schieber des Hochdruckes", S. 83 ist keine schöne Bezeichnung.

Fig. 53 ist eine deutliche Kopie der Fig. 511 aus „Eisenbahntechnik der Gegenwart" 1. Bd. 1. Teil, enthält aber einen störenden Zeichenfehler, der das Triebwerk von Klose unverständlich macht und der im Original nicht vorhanden ist.

Zur Bearbeitung des Stoffes habe ich noch zu bemerken: Die Berechnung der Platten S. 99 bis 102 gehört nicht in ein Buch über Lokomotivbau; übrigens gibt es darüber bessere Abhandlungen. Bei der Lentz-Ventilsteuerung gibt Verfasser 19,5 v. H. Wasserersparnis und 30 v. H. Kohlenersparnis an. Dazu gehört schon mehr Optimismus, als ein Ingenieur haben darf. Die Gleichstrommaschine von Stumpf wird nach den Erfahrungen Preufsens nicht mehr gebaut und hätte kürzer behandelt werden dürfen. Die Abschnitte über Funkenfänger und den Dom sind zu wenig eingehend. Bei der Kesselausrüstung hätten die im Auslande ziemlich verbreiteten Heifswasserinjektoren Erwähnung verdient. Dafs der Barrenrahmen „ein in sich starres Gebilde darstellt", ist unrichtig. Gerade die Elastizität macht einen seiner Hauptvorteile aus. Bei den Steuerungen halte ich die Trennung in einen theoretischen Teil und in die „praktische Durchführung der Steuerungen" (soll wohl heifsen: praktische Ausführung!) für nicht günstig, da sie unübersichtlich wirkt. Flach- und Kolbenschieber werden S. 103, dann wieder S. 114 in eigenen Abschnitten behandelt. Ein Grund zur Trennung liegt nicht vor. Abb. 285 zeigt Geschwindigkeits-Beschleunigungsverhältnisse einer Heusingersteuerung. Es wird aber nicht gesagt, für welchen Teil oder welches Gelenk die Darstellung gilt. Heute noch die Vorteile des Pielock-Überhitzers ausführlich aufzuzählen, hätte sich erübrigt, da diese Bauart verlassen ist. Sie hat sich nicht „sehr gut bewährt", wie der Verfasser behauptet. Im Abschnitt Vorwärmer vermifst man die Mischvorwärmer Bauart Dabeg oder Worthington. In einem Werk, das sich an Ingenieure und Studierende wendet, wirkt die Erklärung des Drehstromes auf S. 378 sonderbar: „Beim Drehstrom schwankt während einer Periode die Spannung von einem positiven Gröfstwert durch Null hindurch zu einem gleich grofsen negativen Wert. Es sind also zur Fortleitung 3 Fernleitungen erforderlich, von denen die eine der Nulleiter ist, während die beiden anderen für die positive und negative Spannung gebraucht werden."

Auffallend ist, dafs an verschiedenen Stellen vom Bezirk Bayern, Bezirk Sachsen, Bezirk Baden gesprochen wird. Ich möchte unmafsgeblichst vorschlagen „Reichsbahn, bayerisches Netz" zu sagen; auch „frühere badische Staatsbahnen" wäre nicht falsch, sondern manchmal sogar zutreffender.

Man steht bei der Lektüre des Buches unter dem Eindruck, dafs die Arbeit die Kräfte eines Verfassers, der nur verhältnismäfsig kurze Zeit im Dampflokomotivbau tätig war, beträchtlich übersteigt. Der Fachmann findet in dem Buch nichts Neues, dem Anfänger vermittelt es wohl mehr oder minder bewährte Muster, aber auch zahlreiche schiefe, irrige und falsche Ansichten und Zahlen. Der Verlag hat sein Bestes aufgeboten um das Buch gut auszustatten.

Dr.-Ing. L. Schneider, München.

Unterbau, von W. Hoyer, Prof. a. d. Techn Hochschule Hannover, II. Teil, 3. Band der Handbibliothek für Bauingenieure, herausgeg. von Rob. Otzen. Berlin 1923, Verlag Springer, geb. 8.00 Goldmark.

Der Vorzug des gediegenen Buches besteht in der treffsicheren Auswahl des Stoffes vom gesicherten Erfahrungsbesitze an bis zu den neuesten Erkenntnissen herauf. Schon dafs auf dem knappen Raume von 185 Seiten der gewöhnliche Unterbau und daneben noch der Tunnelbau so tiefgehend behandelt werden konnte, beweist die hohe Darstellungskunst des Verfassers. Dabei versteht er es besonders, Zusammenhänge herzustellen und neue Ausblicke zu schaffen, auch wo er vielbegangene Wege geht. Die enge Bindung geologischer Fragen mit der Behandlung der Erdarbeiten gibt dem Buche sein besonderes Gepräge. Gleich der einleitende Abschnitt „Beschaffenheit der Erdrinde" bietet dem Bauingenieur einen geradezu mustergültigen, bei aller Kürze lichtvollen, überall auf die praktische Verwertung gerichteten Abrifs der Geologie. Man wird sich deshalb auf ein Sonderwerk des Verfassers über „Ingenieurgeologie", das er an einer Stelle des vorliegenden Buches ankündigt, aufrichtig freuen dürfen. Dasselbe aufschlufsreiche Zurückgehen auf geologische Ursachen findet sich dann auch in anderen Abschnitten des Buches, z. B. bei den Rutschungen.

Wo der knappe Rahmen des Buches den Verfasser zur gedrängten Darstellung zwang, führt eine Übersicht über das Schrifttum den Suchenden weiter. Ohne den selbstgesteckten, ökonomischen Rahmen des Buches irgendwie antasten zu wollen, seien aber einige Anregungen gegeben, wo der Verfasser bei einer 2. Auflage doch etwas freigebiger sein könnte. Das Massenprofil und der Massenausgleich vertrüg eine eingehendere Behandlung, namentlich bezüglich der Abbildungen. Beim Tunnelbau würde manchem Leser die Darstellung des geodätischen Dreiecksnetzes eines grofsen Alpentunnels erwünscht sein, ebenso eine Erläuterung der Absteckung eines Kehrtunnels, die ihrem Wesen nach nur kurz zu sein brauchte. Für die Tunnelarbeiter empfiehlt es sich vielleicht, das Bild eines Werkplatzes aufserhalb des Tunnels zu geben. Die nördliche Baustelle des Lötschbergtunnels mit ihrer Werkbahn böte ein treffendes Beispiel. Endlich könnten neben den senkrechten Schächten auch die Seitenschächte erwähnt werden, von denen die Jungfraubahn Gebrauch machte, die aber unter besonderen Verhältnissen auch im Mittelgebirge vorkommen können

Alles in allem handelt es sich um ein Buch, das für den Ba ingenieur in den Werdejahren einen vorzüglichen Führer bildet, da aber auch der Erfahrene mit Genufs und Gewinn lesen wird.

Dr. Bl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

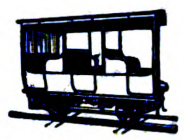
1924 HEFT 3

ORGAN
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS
TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Gesellschaft für Eisenbahn-Draisinen m. b. H.
Hamburg



baut in eigener Fabrik [112

Motor-Draisinen · Schienen-Autos
Hebel-Draisinen · Pedal-Draisinen

Die selbsttätige
Scharfenbergkupplung DRP

Scharfenbergkupplung Akt.-Ges.
BERLIN W 62 / Kurfürstenstr. 105



Die fertige Dietze-Decke ist die billigste in Anschaffung, Haltbarkeit & Betrieb.
Seit 40 Jahren bewährt.
Bei den Reichsbahnen eingeführt.

Neubarth & Co
G. m. b. H.
DÜSSELDORF 68

stellen als Sonderheit her

Waggonschlösser
und Beschläge

Temperguss **Rotguss**

BAHNBEDARF A G
DARMSTADT

Waggonfabrik, Weichenbauanstalt

Lieferung von sämtl. neuen u. gebrauchten
Oberbaumaterialien

Weichen, Prellböcken, Schiebebühnen
Drehscheiben, Drehwinkeln
Güterwagen, Spezialwagen
für industrielle Zwecke

Normalspurige
transportable
Drehscheiben
ohne Fundamente, ohne Montage sofort betriebsfähig

Verkaufsbüros:
BERLIN, BRESLAU, DORTMUND, HAMBURG, HANNOVER,
KÖLN, LEIPZIG, MAGDEBURG, MÜNCHEN, STUTTGART.

TRANSPORT-ANLAGEN

Kesselbekohlungs-Anlagen, Waggonkipper,
Lagerplatz - Bekohlungen, Verladebrücken,
Elektrohängebahnen, Greiferanlagen,
Elevatoren, Gurtförderer, Conveyor-
Anlagen, Gepäck-Förderanlagen

AUFZÜGE f. Personen und Lasten
Gepäckaufzüge

KRANE für jeden Zweck
Lokomotiv-Achswinden

Viele Tausende Anlagen in Betrieb

UNRUH & LIEBIG
Abteilung der Peniger Maschinenfabrik A.-G. Leipzig-Plagwitz

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang | **15. März 1924** | **Heft 3**

Auswechslung eiserner Bahnbrücken.

Von Oberbaurat Dr. Ing. **Schaechterle**, Stuttgart.

Mit Abb. 1 bis 12 auf Tafel 3.

Von den Brückenverstärkungen, die in den letzten Jahren im Bereiche der Reichsbahndirektion Stuttgart anläfslich der Einführung schwerer Lokomotiven durchgeführt worden sind, erscheinen nicht nur die bei den gröfseren Brücken gewählten Verstärkungsarten bemerkenswert, sondern auch der Umbau kleiner Brücken zu erhöhter Tragfähigkeit. Die Verstärkung gröfserer Brücken fesselt durch die Vielgestaltigkeit der Mittel: es wurden Zwischenpfeiler eingebaut, getrennte Träger über mehreren Öffnungen zu durchlaufenden Tragwerken zusammengefügt, die Hauptträger durch dritte Gurte verstärkt, die Zahl der Hauptträger vermehrt, die Querschnitte der Einzelglieder kräftiger gestaltet. Bei den kleineren Brücken handelte es sich weniger um die Überwindung baulicher Schwierigkeiten, um Werkstoffersparnis, um Vereinfachung der Werkstatt- und Montierungsarbeiten, sondern mehr um ein Verfahren, die Brücken im Betriebe rasch und sicher auszuwechseln.

Um festzustellen, ob und inwieweit eine neue schwere Lokomotive auf den Strecken eines Bahnnetzes im regelmäfsigen Verkehr zugelassen werden darf, braucht man eine Übersicht über die Tragfähigkeit der auf den einzelnen Strecken vorhandenen Brücken. Unvollständige Unterlagen müssen durch örtliche Erhebungen und Aufnahmen ergänzt, die Festigkeitsberechnungen nach den neuen Vorschriften abgeändert, vervollständigt oder neu aufgestellt werden. Die Festigkeitsnachweise allein genügen jedoch nicht, um die Tragfähigkeit der Brücken zu beurteilen. Dazu gehört noch die genaue Kenntnis des baulichen Zustands. Die alten Brücken müssen auf etwa vorhandene Konstruktionsfehler, umgedeckte Stöfse, dünne Steg- und Knotenbleche, aufsermittige Stabanschlüsse, Querschnittsverschwächungen usw. nachgesehen werden, weiterhin sind etwaige Schäden festzustellen, die im Betrieb entstanden sind, z. B. lockere Nieten, Risse, Senkungen, Verbiegungen, Brüche; endlich ist auf die Rostschäden und andere Mängel zu achten, die sich aus ungenügender oder unsachgemäfser Unterhaltung herausgebildet haben. Konstruktionsfehler und Betriebsschäden können unter Umständen für den Bestand eines Bauwerks und die Betriebssicherheit einer Strecke gefährlicher sein als wenn an sonst einwandfreien Tragwerken die zulässigen Spannungen durch die erhöhten Betriebslasten überschritten werden.

Die meisten Betriebsschäden treten an den Fahrbahnteilen auf. Der Verschleifs ist besonders stark an Stellen, wo die Schienen unmittelbar auf den Längsträgern oder den Hauptträgern gelagert sind. Daneben sind Gelenke, bewegliche Anschlüsse, Lager, empfindliche Teile. Der Verrostung sind vorwiegend die Teile ausgesetzt, die für die Besichtigung, die Reinigung und die Erneuerung des Anstrichs schwer zugänglich, teilweise in Mauerwerk eingebaut, durch Bettung, Beläge usw. abgedeckt sind.

Die äufsere Untersuchung von Eisentragwerken vor der Zulassung schwerer Lokomotiven ist also sehr wichtig. Das soll an einigen bezeichnenden Vorkommnissen nachgewiesen werden. Auf der Strecke Schiltach—Schramberg sind bei den Brücken in scharfen Kurven die äufseren Längsträgergurtwinkel des hohen Strangs unter den Schienenbefestigungsplatten auf 20 bis 30 cm gerissen (Abb. 1, Taf. 3). An den Kurvenbrücken der oberen Donaubahn zwischen Sigmaringen und Tuttlingen sind Risse im Stegblech der Längsträger unter dem äufseren Schienenstrang, an einer Stelle auch am inneren Schienenträger, aufgetreten (Abb. 2, Taf. 3). An einer gröfseren Fachwerkbrücke bei Gutenstein sind die Anschlufswinkel der Zwischenquerversteifung der Schienenträger abgerissen (Abb. 3). Diese Schäden, die ein Ausweichen des Obergurts und gefährliche Spurerweiterungen unter schnell fahrenden Zügen zur Folge hatten, sind durch die Seitenstöfse und Fliehkräfte der schweren Betriebsmittel hervorgerufen worden und haben deshalb gefahrdrohenden Umfang angenommen, weil der Längsträgerverband in Höhe des Untergurts angeordnet und der Obergurt nicht genügend abgesteift war. Die an der Schiene angreifenden wagrechten Kräfte suchen den Obergurt des Schienenträgers hinauszudrücken und zu verdrehen. An der schwachen Stelle des Stegblechs unter dem Winkel treten hohe Beanspruchungen auf, die Risse zur Folge haben. Wiederholt sind Rifsbildungen an den inneren Schwellenträgergurtwinkeln unter den Schwellen beobachtet worden, obwohl die Querschnitte, nach der üblichen Rechnung bemessen, ausreichend stark erschienen. Die nur

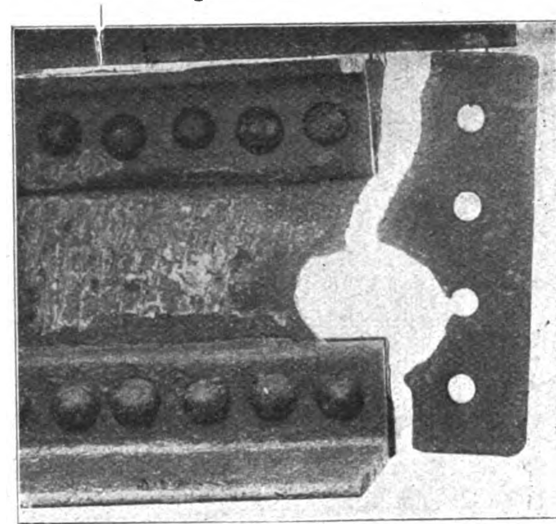


Abb. 1. Bahnbrücke Heilbronn Nr. 16: Am Anschlufs gebrochener Schwellenträger.

8 mm starken Gurtwinkel zeigten sich den am inneren Winkelrand abgesetzten Schwellendrücken nicht gewachsen; selbst bei stärkeren Winkeln sind Verdrehungen vorgekommen. Ähnliche Erscheinungen sind an den Obergurtwinkeln der Querträger einer gröfseren Fachwerkbrücke auf der Strecke Wangen—Hergatz beobachtet worden, wo die Schienenträger ohne durchgehende Knotenplatte unmittelbar auf den Gurtwinkeln der Querträger abgesetzt waren. Bei den Flutbrücken vor Bahnhof Heilbronn waren die Schienenträger an die Querträger je durch Stützwinkel und 2 Schrauben längsbeweglich angeschlossen (Abb. 4, Taf. 3). Im Laufe der Jahre wurden die Stützwinkel und die darauf lagernden Winkel am Untergurt der Schwellenträger bis zur halben Stärke durchgescheuert. Aufserdem sind die Gurtwinkel an einigen Stellen eingerissen (Textabb. 1). Unter den rollenden Lasten fingen dann die Schwellenträger an zu hämmern, das Stegblech drückte sich in die Schraubenbolzen ein und es

bestand die Gefahr, dafs die Stützwinkel abgedrückt, die Schrauben durchgescheuert werden. An der gleichen Brücke sind bei dem aus den 70er Jahren stammenden Überbau 2 Schwellenträger am Anschlufs an die Querträger gebrochen (Textabb. 2), da die Gurtwinkel der Schwellenträger vor den Anschlufswinkeln abgeschnitten waren; so mufste das 8 mm schwache Stegblech das volle Einspannmoment aufnehmen, aufserdem die ganze Querkraft. Die Brüche sind unter Schienenstöfsen aufgetreten. Eine häufig vorkommende fehlerhafte Anordnung ist in Abb. 5, Taf. 3 dargestellt. Die Längsträger der Talbrücken auf der Strecke Freudenstadt—Schiltach sind mit Rücksicht auf die Gleiskrümmung in verschiedener Höhe angeordnet und unter dem überhöhten Schienenstrang am Anschlufs an die Querträger ausgeklinkt. Unter den Einwirkungen der Seitenstöfse und Fliehkräfte sind die Stegbleche von der eingeschnittenen Ecke aus eingerissen. Gefährliche Mifsstände, die beinahe zu einem schweren Betriebsunfall geführt haben, sind an den Brücken für die Gleise Heilbronn—Eppingen und im Verbindungsgleis zum Rangierbahnhof Böckingen auf Bahnhof Heilbronn eingetreten. Es handelt sich insgesamt um 60 Überbauten von 28,65 m Stützweite. Für die genannten drei Gleise sind vier parabelförmige Hauptträger durch die

Druckstellen, von den Schwellen herrührend.

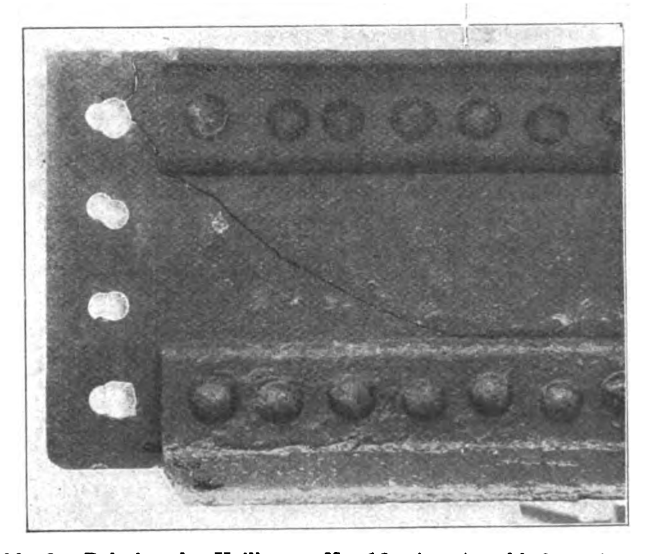


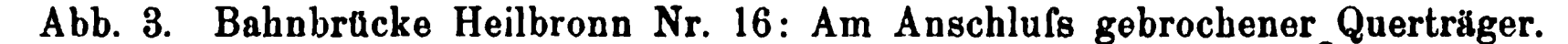
Abb. 2. Bahnbrücke Heilbronn Nr. 16: Am Anschlufs gerissener Schwellenträger.

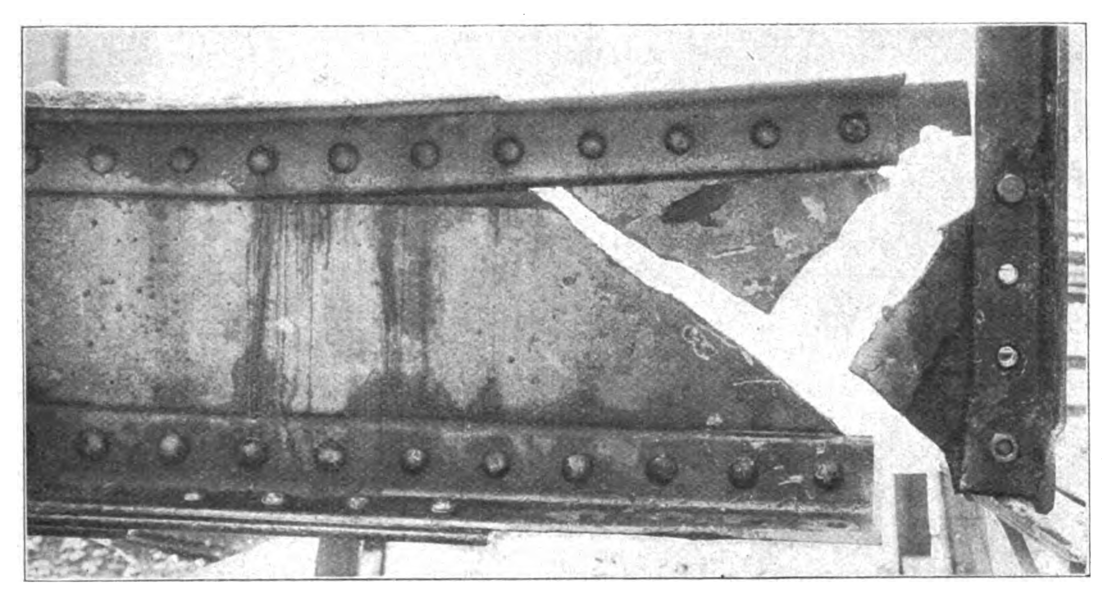
Querträger zu einem Tragwerk gekuppelt (Abb. 6). Der Querverband ist bei diesen Brücken an die Querträger und damit nur mittelbar an die Gurte der Hauptträger angeschlossen, aufserdem fehlen Endkreuze, die die Horizontalkräfte auf die Lager ausleiten könnten. Der Horizontalverband rüttelt an den Querträgeranschlüssen, wobei die Wirkung der ohnehin grofsen Kräfte durch den Hebelarm noch vergröfsert wird. Gegen die Brückenenden zu wurden die Querträgerstegbleche ausgebogen, wobei ein Lockern der Verbände eintrat. An zahlreichen Stellen sind die Stegbleche der Querträger, deren Anschlüsse aufserdem bei der dreigleisigen Brücke durch die ungleichmäfsigen Belastungen stark beansprucht werden, von den Ecken aus eingerissen (Abb. 7). Schliefslich ist am 28. Januar 1924 ein Querträger (Textabb. 3 und Abb. 8, Taf. 3) unter einem Rangierzuge am Anschlufs durchgebrochen und nur die durchlaufenden starken Schwellenträger haben den Absturz der Lokomotive verhütet. Da viele zwischen 1870 und 1890 erbaute Bahnbrücken mit versenkter Fahrbahn den Fehler aufweisen, dafs der Querverband an die Querträger statt an die Gurte der Hauptträger angeschlossen ist, so ist eine sorgfältige Beobachtung dieser Brücken am Platze, falls man der Kosten wegen nicht in der Lage ist, die Konstruktionsfehler sofort zu beseitigen.

Zur Aufdeckung solcher Schäden müssen die hochbeanspruchten Eisentragwerke im Betriebe dauernd sorgsam überwacht werden. Daneben kann die gründliche, regelmäfsig wiederkehrende Prüfung und Untersuchung der Brücken durch Brückeningenieure, die auf dem Sondergebiet erfahren sind, nicht entbehrt werden. Es dürfte sogar ratsam sein, die Hauptprüfungen während der Einführungszeit der schweren Lokomotiven in kürzeren Zeitabständen vorzunehmen als bisher. Nach den auf den württembergischen Bahnen gesammelten Erfahrungen sind die Betriebsschäden an den eisernen Brücken stärker hervorgetreten, seit die Strecken mit schweren Lokomotiven befahren werden. Auch das Mauerwerk der Widerlager und Pfeiler wird in Mitleidenschaft gezogen. Lagerbrüche, zerdrückte Auflagerquader, verschobenes Ankergemäuer, Risse bei den Pfeilern und Widerlagern, Setzungen und Bewegungen haben zugenommen. Ja sogar an den gewölbten Brücken, die im allgemeinen gegen Überlastung unempfindlicher sind, haben sich Risse, Lockerungen der Gewölbesteine, Ausbauchungen, Abprellungen in den Viertelsfugen und andere Schäden gezeigt. Viele kleine Gewölbe sind zerdrückt worden. Die vielachsigen und schweren Schnellzuglokomotiven P 10 mit Achsdrücken bis zu 19 t und Güterzuglokomotiven G 12 mit fünf und K mit sechs Triebachsen nützen die Bauwerke viel mehr ab als die leichten Betriebsmittel, die vor dem Krieg jahrzehntelang ohne nachteilige Folgen verkehrt haben. Die durch die dynamischen Einwirkungen und Stöfse erzeugten zusätzlichen Spannungen sind rechnerisch kaum erfafsbar. Auch wenn die nach dem üblichen Rechnungsverfahren ermittelten Hauptspannungen in den zulässigen Grenzen bleiben, kann durch zusätzliche Kraftwirkungen der Bestand des Bauwerks und damit die Sicherheit des Betriebs gefährdet werden. Die für die alten Brücken zulässigen Spannungen sind aufserordentlich hoch und dürften praktisch die Grenze darstellen, bis zu der man im regelmäfsigen Betrieb äufserstenfalls gehen darf. Bei ausnahmsweisen Überbelastungen sind besondere Vorsichtsmafsregeln einzuhalten. Wenn im regelmäfsigen Betriebe an alten, schweifseisernen Brücken Spannungen von 1400 kg/qcm für die Hauptkräfte und von 1600 kg/qcm für die Haupt-, Wind- und Zusatzkräfte zugelassen werden, so ist hierbei einwandfreier baulicher Zustand und gute Unterhaltung vorausgesetzt. Die Rifsbildungen an den eisernen Brücken sind ernste Warnungszeichen und dürfen nicht unbeachtet bleiben. Die ersten Anzeichen sind für ein ungeübtes Auge kaum zu erkennen. Das Auffinden der Risse wird aber dadurch erleichtert, dafs sich an den überbeanspruchten Stellen Fliefsfiguren bilden, die Farbhaut rissig wird und abplatzt, die Nieten sich lockern und dafs schliefslich an den gefährdeten Stellen die kennzeichnenden Rostfahnen hervortreten. Man mufs an solchen Stellen die Farbreste gründlich entfernen, das Eisen von Rost und Schmutz sorgfältig reinigen, um die ersten feinen Risse im Entstehen feststellen zu können. Sind die Risse schon so stark, dafs sie ohne diese Behandlung auch dem ungeübten Beobachter sichtbar sind, so ist Gefahr in Verzug, die Auswechselung oder Verstärkung des gerissenen Teils sofort vorzunehmen. Soll die Betriebssicherheit unserer Bahnen durch die neuen schweren Betriebsmittel nicht ernstlich gefährdet werden, so müssen, bevor die schweren Lokomotiven im regelmäfsigen Betriebe zugelassen werden, die noch vorhandenen Konstruktionsfehler, Mängel und Betriebsschäden beseitigt und die Bauwerke in einen tadellosen Unterhaltungszustand gebracht werden. Leider sind die Nachwirkungen des Krieges auf diesem Gebiet noch nicht ganz überwunden. Bei der wirtschaftlichen Notlage der Reichsbahn war es nicht möglich, die notwendigen Mittel für die Unterhaltung, Verbesserung, Verstärkung oder den Umbau der betriebsgefährlich beanspruchten Brücken bereitzustellen. Man mufste sich häufig auf die Verbesserung und Verstärkung besonders gefährdeter Einzelteile beschränken, im übrigen aber

versuchen Betriebsgefahren durch Verminderung der Fahrgeschwindigkeit auf den schwachen Brücken, durch verschärfte Überwachung und Untersuchung abzuwenden. So war man auch in Württemberg genötigt, auf einigen Strecken schwere Lokomotiven trotz Überbeanspruchung der eisernen Brücken zuzulassen, als die Besetzung Offenburgs den Umleitungsverkehr in ungewohnte Bahnen zwang. Man hat zur Sicherung des Betriebs die Geschwindigkeit auf den gefährdeten Brücken auf 15 km/Std. eingeschränkt, die schweren Lokomotiven nur einzeln ohne Vorspann fahren lassen, die Brückenüberwachung verschärft, kleine Schäden und Mängel durch Arbeiter der bahneigenen Brückenwerkstätte verbessert.

Um eine Strecke für den schweren Verkehr planmäfsig auszubauen, braucht man nicht nur grofse Mittel, sondern auch viel Zeit. Die Verstärkung der Brücken einer Strecke mufs schon mit Rücksicht auf den Betrieb auf einen längeren Zeitraum verteilt werden. Während der Ausführung der Verstärkungsarbeiten unter Betriebsgleisen kann nämlich nur langsam gefahren werden. Häufen sich aber solche Langsamfahrstellen auf einer Strecke, so ist das Einhalten des Fahrplans unmöglich. Es läfst sich auch nicht umgehen, dafs die Brückenverstärkungen mit Gleisumbauten auf der Strecke oder mit baulichen Änderungen auf den Bahnhöfen zeitlich zusammenfallen, die ebenfalls Zugverspätungen und sonstige Betriebserschwernisse zur Folge haben. Für jede Strecke ist zur Vermeidung von Mifsständen ein Verstärkungsprogramm mit genauer Zeitrechnung für jede Baustelle so rechtzeitig aufzustellen, dafs die Langsamfahrstellen im Fahrplan berücksichtigt werden können. Der Betrieb wird am wenigsten belästigt, wenn die Brückenverstärkungen aufserhalb des Betriebs ausgeführt werden. Die einfachste Art ist der Ausbau der alten, schwachen Überbauten und der Ersatz durch Neukonstruktionen. Die Auswechslungen können fast immer in Zugpausen vorgenommen werden. Beim Umbau von mehreren gleichen Überbauten kann man sich darauf beschränken, nur einen der alten Überbauten durch einen neuen zu ersetzen; der alte Überbau wird dann in der Werkstätte oder aufserhalb des Betriebs auf der Baustelle verstärkt und gegen das folgende Tragwerk ausgewechselt. Neubauten werden zur Zeit teuer und können bei der Geldknappheit nur ausnahmsweise ausgeführt werden. Andererseits sind Verstärkungsarbeiten im Betrieb, die längere Zeit in Anspruch nehmen, nur dann gerechtfertigt, wenn sich dadurch bedeutende


Abb. 3. Bahnbrücke Heilbronn Nr. 16: Am Anschlufs gebrochener Querträger.



Ersparnisse erzielen lassen. Bei den wirtschaftlichen Kostenvergleichen müssen die erhöhten Betriebsaufwendungen miteingerechnet werden, so für die Einrichtung einer Fernsprechstelle auf dem Bauplatze, für Bewachung, für Langsamfahren und gelegentliches oder regelmäfsiges Stellen der Züge. Bei zweigleisigen Bahnen wird man umfangreichere Verstärkungen aufserhalb des Betriebs unter teilweiser Sperrung eines Gleises vornehmen; auch hierbei sind die Kosten für Gleis- und Stellwerksänderungen, sowie sonstige Betriebsmafsnahmen zu berücksichtigen. Für Verstärkungsarbeiten unter dem rollenden Rad ist diejenige Ausführungsart vorzuziehen, bei der die Geschwindigkeitseinschränkung vermieden oder auf ein Mindestmafs beschränkt werden kann. Bei den zahlreichen kleinen Überbauten kommt die Verstärkung im Betrieb schon wegen der Betriebserschwerung kaum in Frage.

Die Verstärkung unter dem Betriebsgleis ist im allgemeinen erst bei Stützweiten über 20 m wirtschaftlich. Man braucht für jede Baustelle eine vollständige Werkstatteinrichtung, die bei kleinen Brücken nicht voll ausgenützt werden kann. Die Werkstattwagen der Brückenschlosser reichen für Verstärkungsarbeiten nicht aus; auf der freien Strecke können sie aufserdem nicht nahe genug an die Brücken herangebracht werden. Das Hin- und Herfahren von angepafsten Verstärkungsteilen zwischen der Baustelle und dem nächstgelegenen Bahnhof oder der nächstgelegenen Brückenwerkstätte kann nur ausnahmsweise in Betracht kommen. Trotz der unentbehrlichen und kostspieligen Einrichtung der Baustelle werden die Arbeiten auf der Baustelle teuer, einesteils wegen der Rücksichtnahme auf den Betrieb und wegen der Unterbrechung der Arbeiten durch den Zugverkehr, andernteils durch die Baustellenzulagen für Monteure und Facharbeiter. Der Einheitspreis für die Tonne wird bei Verstärkungen etwa doppelt so hoch wie bei Neubauten. Wenn also die Verstärkung einer schwachen Brücke an Ort und Stelle wirtschaftlicher sein soll als die Auswechslung gegen einen neuen Überbau, so darf das Gewicht der Verstärkungsteile höchstens die Hälfte des Gewichts des neuen Überbaus betragen. Mit Rücksicht auf die Betriebsschwierigkeiten ist aber die Auswechslung der Verstärkung im Betrieb schon vorzuziehen, wenn die Verstärkung über ein Drittel des Neubaugewichts erfordert.

Für die Verstärkung kleiner Überbauten aufserhalb des Betriebs gibt es zwei Wege:

1. Der zu verstärkende Überbau wird solange durch ein Provisorium ersetzt, bis er im verstärkten Zustand wieder eingebaut werden kann.
2. Der zu verstärkende Überbau wird sogleich endgültig durch einen an anderer Stelle ausgebauten und in einer Brückenwerkstätte verstärkten Überbau ersetzt.

Der zweite Weg ist einfacher und billiger und besonders dort angezeigt, wo — wie bei der Reichsbahndirektion Stuttgart — ein Lager von alten eisernen Brücken in Verbindung mit einer bahneigenen Brückenwerkstätte zur Verfügung steht. Bei der herrschenden Bau- und Werkstoffknappheit ist das Sammeln, Erhalten, Instandsetzen und Wiederverwenden von Altstoffen, die bei Abbrucharbeiten, bei Neu- und Umbauten, oder sonst im Betrieb anfallen, von gröfster wirtschaftlicher Bedeutung. Durch die umfangreiche Bautätigkeit vor dem Krieg, namentlich aber durch die Abbrucharbeiten auf dem alten Bahnhof Stuttgart sind in Württemberg grofse Mengen von Altstoffen angefallen, deren restlose Wiederverwendung an Stelle von Neubaustoffen angestrebt wird. Früher hat man die Altstoffe an Händler verschleudert. Die Bauämter versuchten durch Verkauf der Altstoffe ihre Voranschläge zu entlasten. Oft wurde leichthin als unbrauchbar bezeichnet, was mit geringem Aufwand zur Wiederverwendung hätte hergerichtet werden können. Diesem Zweck dient bei uns die bahneigene Brückenwerkstätte. Ähnliche Einrichtungen sind für Stellwerks- und Sicherungsanlagen, für Schwachstromeinrichtungen, für Oberbauteile und Weichen geschaffen worden. Alle Ausgaben für die Ausstattung dieser Werkstätten mit maschinellen Hilfsmitteln haben sich in kurzer Zeit bezahlt gemacht. Für die Brückenverstärkungen steht uns heute ein so grofses Lager von Altkonstruktionen zur Verfügung, dafs man für Brückenauswechslungen fast immer Stücke findet, die, wenn auch nicht unmittelbar verwendbar, so doch mit wenig Aufwand den örtlichen Verhältnissen angepafst werden können. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, gröfsere Träger durch Abschneiden der Enden für geringe Stützweiten tragfähig zu gestalten. Das Brückenlager ergänzt sich in gewissem Umfang von selbst, weil die ausgehobenen Brücken an die Stelle der zur Wiederverwendung verarbeiteten Teile treten. Die Austauschmöglichkeit ist bei den Blechträgern am ehesten gegeben. Die kleinen Träger können weiterhin zu Verbundbrücken verwendet werden, wobei man gleichzeitig den Vorteil des durchgeführten Schotterbetts erreicht. Eine besondere Bearbeitung ist nicht notwendig; die Träger werden, wie sie anfallen, verbraucht, nach Ablängung und Reinigung einbetoniert. Müssen die alten Träger und Konstruktionen zur Instandsetzung in eine Unternehmerwerkstätte geschickt werden, so entstehen im Verhältnis zu den meist nur wenige Tage beanspruchenden Verstärkungsarbeiten viel zu grofse Verlade- und Frachtkosten; zudem kann die Auswechslung in Betriebspausen nicht von den Angestellten und Arbeitern des Unternehmers allein vorgenommen werden. Die Auswechslung kleiner Brücken wird deshalb zweckmäfsig von den Bauämtern unter Heranziehung der Brückenschlosser und Bahnarbeiter ausgeführt. Die Bauämter haben ohnehin die Widerlager herzurichten, die Lager einzubauen, die notwendigen Angaben für Richtung und Höhenlage zu machen, den Oberbau zu verlegen und die Anschlüsse herzustellen. Neben der Auswechslung von Eisenbrücken kommt auch der Einbau von Hilfskonstruktionen beim Umbau von Widerlagern und Pfeilern, Gewölben, Durchlässen häufig vor, wofür die gleichen Einrichtungen gebraucht werden.

Bei der Häufigkeit der Fälle galt es, ein Verfahren für die Auswechslung von kleineren Brücken zu finden, das einfach und zuverlässig ist und den Zeitbedarf auf ein Mindestmafs beschränken läfst. Früher wurden Brückenauswechslungen auf eingleisigen Strecken in der Regel in der Weise vorgenommen, dafs man den neuen Überbau auf einem besonderen Gerüst neben der alten Brücke ohne Berührung des Betriebsgleises zusammenbaute. Nach Fertigstellung des neuen Überbaus einschliefslich der Schwellen und Schienen wurde die seitliche Verschiebung beider Überbauten vorgenommen, wobei der alte Überbau auf ein zweites, auf der andern Seite des Betriebsgleises errichtetes Gerüst abgesetzt wurde. Von dem Nebengerüst aus wurde schliefslich die alte Brücke nach dem Auseinandernehmen verladen und abgefahren. Um die Verschiebung zu erleichtern, hat man quer zur Brückenachse Schienen verlegt, die Laufflächen zur Verringerung der Reibung geschmiert. Bei schwereren Bauwerken sind auch schon niedere Rollenwagen zum Verschieben verwendet worden. Bei guter Vorbereitung konnte die Zeit für die Auswechslung, also das Anheben des alten Überbaus, Wegnehmen der Lager, Absetzen auf die Schlitten, Verschieben der beiden Überbauten, Senken des neuen Überbaus auf die Lager, Anschliefsen des Gleises an den Brückenenden und die Probebelastung mit schweren Lokomotiven auf $1-1^1/_2$ Stunden beschränkt werden.

Dem bisherigen Verfahren haften verschiedene Mängel an. Zunächst ist die Aufstellung der beiden Montagegerüste kostspielig; sie sind für den Verkehr unter der Brücke hinderlich, über Wasserläufen durch Hochwasser gefährdet. Der Zusammenbau der neuen Brücke an Ort und Stelle, das Auseinandernehmen des alten Überbaus ist umständlicher und teurer, als wenn diese Arbeiten in die Werkstätte verlegt werden.

Bei dem neuen Verfahren wird die Auswechslung mit Kranwagen und einer Hilfsladekonstruktion ohne Gerüste vorgenommen. Die Hilfsladekonstruktion (Abb. 9—12, Taf. 3) besteht aus zwei Hauptträgern a, die an ihren Enden mit längsverschieblichen Aufhängevorrichtungen g versehen sind. Die Aufhängung geschieht an Tragwinkeln h, die an den Kranplattformwagen befestigt sind, derart, dafs Querverschiebungen vorgenommen werden können. Die Hilfskonstruktion kann nach Länge und Breite der verschiedenen Überbauten eingestellt und durch Dorne unverschieblich festgelegt werden. Schliefslich ist die Aussteifung der Hauptträger durch einen Querverband vorgesehen, bei dem eine Einstellung auf verschiedene Breiten möglich ist. Man hat also zwischen den beiden Kranwagen eine Hilfsbrücke, auf der die zur Auswechslung bestimmten Überbauten verladen werden. Der Vorgang beim Auswechseln von Brücken ist nun folgender:

Die in der Brückenwerkstätte fertig zusammengebaute Eisenkonstruktion wird mit der Hilfsladekonstruktion und den beiden zum Einbau erforderlichen Kranwagen (von 7 t Tragfähigkeit) auf die der Baustelle nächstgelegene Bahnstation gebracht. Dort wird der Zug für die Auswechslung zusammengestellt. Zunächst werden die beiden Längsträger an den Tragwinkeln der beiden Kranwagen befestigt und diese auf den für den Überbau notwendigen Abstand gebracht. Sodann werden die Längsträger gegenseitig durch den Verband ausgesteift. Der neue oder verstärkte Ersatzüberbau wird nun mit den Schwenkkranen vom Bahnwagen auf die Hilfsladekonstruktion gelegt. In dieser Zusammenstellung wird der durch einen Werkstatt- und Brückenprüfungswagen ergänzte Arbeitszug in der für die Auswechslung vorgesehenen Zugpause durch eine Lokomotive zur Baustelle gefahren. Dort sind alle Vorbereitungen so getroffen, dafs das Gleis leicht abgebrochen, der alte Überbau seitlich herausgeschoben werden kann. Auf der Baustelle wird der Zug derart aufgestellt, dafs der neue Überbau über den alten zu liegen kommt. Hierauf wird das Gleis auf der alten Brücke entfernt, der neue Überbau mit den Kranen hochgezogen, die entlastete Hilfsladekonstruktion in der Weise abmontiert, dafs die Verbandwinkel herausgenommen, die Hauptträger auf den Tragwinkeln seitlich herausgeschoben werden, bis ein für das Ablassen des neuen Überbaus zwischen den Hauptträgern ausreichender Zwischenraum vorhanden ist. (Für breite Überbauten sind besondere Verlängestücke f an den Tragwinkeln h vorgesehen, um die Hauptträger weiter hinausschieben zu können.) Der alte Überbau wird auf Gleitschienen, die auf dem Widerlagermauerwerk verankert sind und um Brückenbreite über die Böschung hinausragen und behelfsmäfsig abgestützt sind, aus der Brückenöffnung hinausgeschoben. Hierauf wird der neue Überbau abgelassen, auf die Lager gesetzt, ausgerichtet. Schliefslich werden die Schienen aufgebracht und angeschlossen. In der Zwischenzeit ist über der Brücke die Hilfsladekonstruktion

wieder zusammengebaut worden. Die Krane nehmen den alten Überbau auf und setzen ihn auf die Hilfsladekonstruktion ab. Sobald die Schienen angeschlossen sind, kann der Arbeitszug die Baustelle verlassen. Vor dem Abfahren wird die Belastungsprobe vorgenommen, die Durchbiegung unter der Lokomotive in ungünstigster Stellung gemessen. Der Zeitaufwand für die ganze Auswechslung kann bis auf 1 Stunde verkürzt werden. Alle bis jetzt nach dem neuen Verfahren ausgeführten Auswechslungen sind glatt und reibungslos verlaufen. Die Heranziehung einer geschulten Mannschaft ist um so mehr erforderlich, je kürzer die verfügbaren Zugspausen sind.

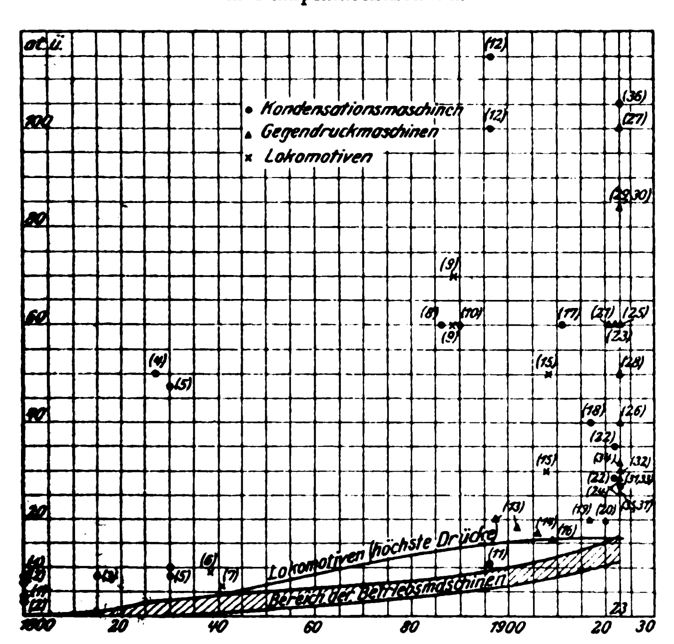
Die Hilfsladekonstruktion ist nach den Angaben des Eisenbahningenieurs Trautwein durch die Brückenbauwerkstätte Kornwestheim aus Altmaterial hergestellt und nach und nach derart verbessert worden, dafs sie sich für die verschiedensten, praktisch vorkommenden Fälle eignet. Der Tragkraft der Krane entsprechend können Brücken bis zu 12 t Eigengewicht ausgewechselt werden. Das Verfahren ist auch schon für Brücken mit durchgeführtem Schotterbett mit Erfolg angewendet worden, dabei hat man das Gleis vorläufig auf Holz verlegt und den Schotter, soweit die Zeit nicht ausreichte, in den folgenden Zugspausen eingebracht. Das Verfahren hat sich bei uns durchaus bewährt und läfst sich zweifellos auch bei andern Direktionen und Verwaltungen anwenden.

Nach den bisherigen Erfahrungen stehen die unter günstigen Verhältnissen verstärkten Überbauten hinter den Neukonstruktionen gleicher Tragkraft nicht zurück. Dadurch, dafs bei der Verstärkung in der Werkstatt alle Schäden und Mängel, die sich im Betrieb gezeigt haben, beseitigt werden, und auf die Verbesserung der Lagerverhältnisse und der Bettungsabschlüsse besonderer Wert gelegt wird, kann eine Verringerung der Unterhaltungskosten erreicht werden. Es ist zu hoffen, dafs die Unterhaltung auf lange Zeit auf die Erneuerung des Anstrichs sich beschränken wird.

Hochdruckdampf.

Am 18. und 19. Januar fand in Berlin unter aufsergewöhnlicher Beteiligung eine Tagung über Hochdruckdampf statt. Sie beschäftigte sich mit dem in vereinzelten Anläufen — insbesondere bei Fahrzeugen — schon weitzurückreichenden, durch den Vortrag von O. H. Hartmann in Cassel 1921 neu angeregten Problem, den Druck des Dampfes bei seiner Anwendung im Kraftbetrieb auf Zahlen zu steigern, die die jetzt üblichen von 20 at, wie sie im Lauf einer stetigen Entwicklung in jüngster Zeit erreicht wurden, weit hinter sich lassen und auch die Überhitzung erheblich über das derzeitige Mafs steigern. In welcher Weise sich die Steigerung des Dampfdruckes im Laufe der Zeit entwickelt hat, ist in Abb. 1 dargestellt.

Abb. 1. Geschichtliche Entwicklung des Dampfdruckes im Dampfmaschinenbau.



50 bis 100 at und darüber sind die nunmehr angestrebten Drücke, 450° die Überhitzung. Solange die gesamte Wärme zur Krafterzeugung verwendet wird, unter Dampfniederschlag, ist dabei die wirtschaftliche Grenze bei 60 at erreicht; arbeitet die Kraftmaschine jedoch mit Gegendruck, so erzielt die Steigerung bis zu 100 at noch weitere Vorteile. Wenn auch zunächst nur ortsfeste Kraftanlagen entworfen oder ausgeführt wurden, so besteht doch durchaus die Möglichkeit, dafs die neuen Bestrebungen auch auf die Dampflokomotive sich ausdehnen, um so mehr, als die Kolbendampfmaschine im Gebiet hohen Druckes günstiger arbeitet als die Dampfturbine und ihre Anpassung ohne weitergreifende Umgestaltungen möglich ist. — Die auf der Tagung gehaltenen Vorträge sind nebst anderen in das Gebiet einschlägigen Aufsätzen in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure veröffentlicht oder gelangen noch in einem eigenen Heft »Hochdruckdampf« zur Veröffentlichung. Dieser Zeitschrift sind die auch die beiden Abbildungen entnommen.

Erläuterung zu Textabb. 1.

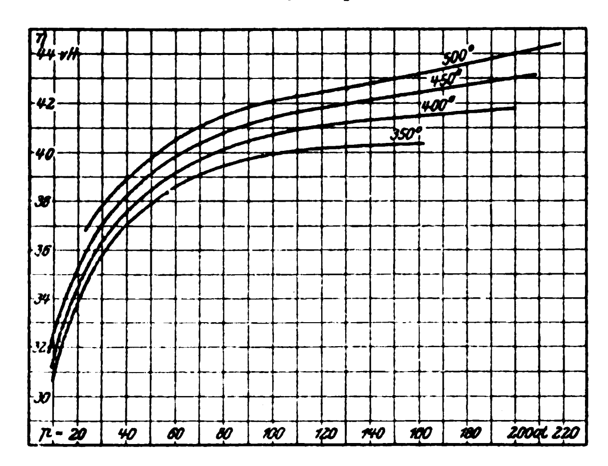
Ziffer	Jahr	Erbauer	Überdruck in at
1	1800	Evans, Amerika	3,5,8
2	1800	Trevithik, England	3,5/7
3	1815	Reichenbach	8
4	1827	Perkins, Amerika	50
5	1830	Alban	45, 8/10
6	1838	Baldwin, Amerika bei Lokomotiven	9
7	1841	Maffei bei Lokomotiven	6
8, 17, 21	1886, 1911, 1921	W. Schmidt	60
9	1888	Serpollet, Frankreich bei Triebwagen	60/70
10	1890	Blohm u. Vofs	60
11	1896	W. Schmidt	11
12	1897	De Laval, Schweden	100/115
14/16	1906, 1909	Sulzer	17
18	1917	G. Bauer, Vulcanweihe	40
23	1922	Atmos-Kessel, Schweden	60
24	1923	Maschf. Buckau	25, 28
25	1923	A. Borsig	60
26	1923	E. Brünner Masonf.	40
27	1923	Atmos-Gesellschaft, Schweden	100
29/30	1923	Babcock u. Wilcox, Amerika	84
32 + 35	1923	Hanomag	25 : 32
36	1923	Benson-Kessel, England	224/105
37	1923	Sächs. Masch.-Fabr.	25

Die Bezeichnung des neuen Druckgebietes von 20—100 at als Hochdruckgebiet unter Vermeidung der sonst angewendeten Bezeichnung »Höchstdruck« hat zur Folge, dafs das bisher als Hochdruck bezeichnete Druckgebiet die Bezeichnung »Mitteldruck« erhalten mufs.

Die Veranlassung zu der Steigerung gibt die Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades. Während dieser für Kondensationsmaschinen bei 15 at und 350° etwa 31 % beträgt, steigt er bei 50 at 400° auf $38^1/_2$ % und bei 100 at 450° auf

$41^1/_2$ %. Das nutzbare adiabatische Wärmegefälle (bei 0,05 at Kondensatorspannung) beträgt bei 15 at 350° rund 230 Kal., bei 50 at 400° 265 Kal. und bei 100 at 450° 305 Kal. — Die Verdampfungswärme ist dabei mit 660, 660 und 640 Kal. angenommen. Einen Überblick über den Verlauf der Wirkungsgrade gibt Textabb. 2. Betrachtet man die ganze Anlage einschl. Kessel, so ist ein Höchstwert des thermischen Gesamtwirkungsgrades von 28,2 % zu erwarten, der dem des Dieselmotors sehr nahe kommt. Für das finanzielle Ergebnis darf allerdings nicht aufser acht gelassen werden, dafs sowohl Kessel wie Maschinen für die hohen Drücke erheblich teuerer sind, ein Teil der ersparten Brennstoffkosten also für die höhere Verzinsung und Tilgung aufzuwenden ist.

Abb. 2. Theoretische Wirkungsgrade für verschiedene Überhitzungstemperaturen.



Zwei Umstände beeinflussen die Vorteile der Anwendung des Hochdruckdampfes: allgemein der Umstand, dafs die Expansion viel tiefer in das Nafsdampfgebiet eindringt, ferner bei der Krafterzeugung durch Dampfturbinen der geringere Gütegrad, der gerade dem Hochdruckteil der Turbinen eigen ist. Um ersterem Nachteil zu begegnen, mufs Zwischenüberhitzung angewendet werden, am vorteilhaftesten mittels Frischdampf, um die Hin- und Rückführung des Turbinendampfes zum Kessel zu vermeiden. Die Verbesserung des Gütegrades der Turbinen im Hochdruckteil ist schon länger Gegenstand der Bestrebungen des Dampfturbinenbaues. Die neue Turbine der ersten Brünner Maschinenfabrik bedeutet einen beachtenswerten Erfolg nach dieser Richtung, so dafs auch wohl bei Auspuff noch gute Wirkungsgrade erreicht werden. Das Mittel zur Verbesserung ist die Anwendung geringerer Dampfgeschwindigkeiten im Überdruckteil, die Anordnung einer gröfseren Anzahl vollbeaufschlagter Räder, die auf 2 Gehäuse verteilt sind und die Verminderung der bei der Strömung auftretenden Reibungsverluste hierdurch. Für die üblichen Drücke wurde ein Gütegrad von 84 % festgestellt; für Hochdruck wird mit 80 % gerechnet.

Mit der Erhöhung des Druckes und der Überhitzung wird zur Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades noch ein weiteres Mittel vereinigt, nämlich die Vorwärmung des Speisewassers durch Anzapfdampf, der an drei bis fünf Stellen der Turbine entnommen wird und das Speisewasser bis nahe an die Verdampfungstemperatur vorwärmt. Der Vorteil beruht darin, dafs die Wärme, die in dem sich niederschlagenden Anzapfdampf, der ja wenigstens eine Teilarbeit geleistet hat, enthalten ist, nicht mit dem Kondensat verloren geht, sondern durch Vereinigung mit dem Speisewasser dem Kreislauf erhalten bleibt. Es können durch diesen in Amerika schon länger verwendeten »Regenerativprozefs« bis zu 80 % der sonst verloren gehenden Wärme erspart werden. Die zur Vorwärmung des Speisewassers in diesem Fall nicht mehr benötigte Rauchgasabwärme mufs dann, um nicht verloren zu gehen, anderweitig z. B. zur Vorwärmung der Verbrennungsluft (wie von Ljungström mit einer eigenartigen Einrichtung durchgeführt) verwendet werden.

Dampfturbinen für Hochdruck sind bis jetzt von de Laval in Stockholm und von Brown-Boveri ausgeführt worden, von letzterer Firma in der Form einer »Vorschaltturbine«, die einer normalen Turbine vorgeschaltet werden kann. Eine Kolbendampfmaschine ist bei Borsig in Bau, die in der gleichen Bauweise wie die von der Schmidtschen Heifsdampfgesellschaft schon 1921 gebaute Versuchsmaschine ausgeführt wird. Sie leistet bei 60 at Eingangs-, 10 at Gegenspannung, 820 PS_i. Hoch- und Niederdruckzylinder sind einfach wirkend und werden durch Hochwaldtkolbenschieber gesteuert. Eine Turbine für 40 at ist bei der ersten Brünner Maschinenfabrik A.-G. im Bau.

Was die Dampferzeuger für Hochdruck anlangt, so mufs zunächst die eigenartige Idee des von Blomquist erdachten »Atmoskessels«*) erwähnt werden. Aber auch die bekannten Kesselbauformen des Steilrohrkessels lassen sich den hohen Drücken und Temperaturen anpassen. Nietungen sind von 30 at ab allerdings nicht mehr angängig. Die im Durchmesser klein zu haltenden Kesseltrommeln mit Wandstärken von 40—50 mm müssen vielmehr durch Schmieden hergestellt werden, nachdem sich Anschweifsen der Böden nicht als einwandfrei erwiesen hat; die Rohre werden eingewalzt. Auch hinsichtlich Herstellung von geeigneten Baustoffen für Hochdruckkessel, an die selbstverständlich die höchsten Anforderungen gestellt werden müssen, ist man eifrig an der Arbeit. Der Firma Krupp ist es gelungen, neue Stahlsorten zu finden und herzustellen.

Ein besonderer Vorschlag ging von Benson aus, den Dampf bei dem kritischen Druck von 225 at (entsprechend 374°) zu erzeugen, und nach Drosselung auf 105 at und darauffolgender Überhitzung zu verwenden. Es sollen damit die Nachteile des schon früher vorgeschlagenen Schlangenrohrdampferzeugers, den Benson verwenden will, nämlich bei niedrigeren Drücken auftretende stofsweise Verdampfung des eingespritzten Wassers, vermieden werden.

Die Eigenschaften und kennzeichnenden Werte des Dampfes im neuen Hochdruckgebiet wurden von Knoblauch, Raisch und Hansen ermittelt. Dr. Ue.

*) Organ 1923, S. 208.

Fünfundzwanzig Jahre Heifsdampflokomotive.

Im Sommer 1923 war ein Vierteljahrhundert verflossen, seitdem die erste brauchbare Heifsdampflokomotive in der Öffentlichkeit erschienen ist. Bei den grofsen Vorteilen, die der Heifsdampfbetrieb bietet und die wohl allgemein bekannt sein dürften, kann die Eisenbahntechnik an diesem Erinnerungstag nicht achtlos vorübereilen, und mit besonderem Stolz mufs man besonders in Deutschland gerade in der jetzigen Zeit immer wieder darauf hinweisen, dafs es deutscher Fleifs und deutsche Ausdauer waren, denen es gelungen ist, einen schon lange im Lokomotivbau umgehenden Gedanken endlich zu einer brauchbaren Erfindung umzugestalten und diese dann immer mehr zu vervollkommnen.

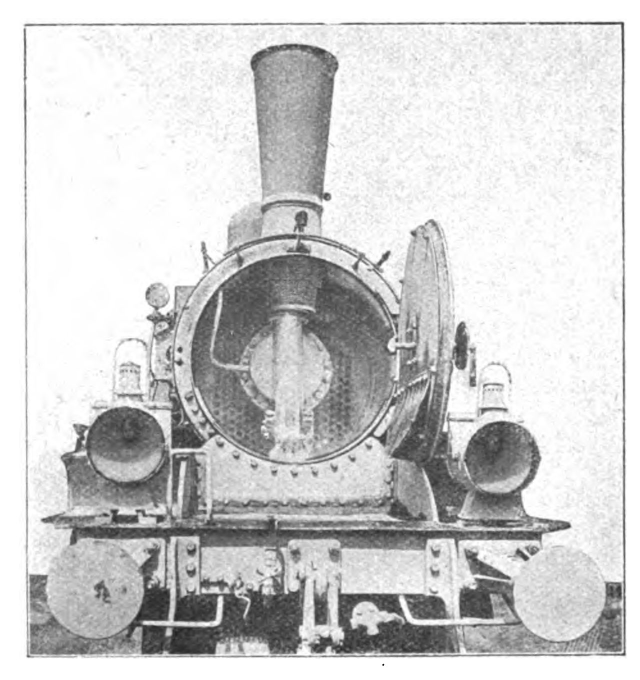
Die Erkenntnis der Vorteile der Dampfüberhitzung ist, wie schon angedeutet, annähernd so alt wie der Lokomotivbau. An ortsfesten Anlagen soll Howard schon 1832 durch Dampfüberhitzung bis zu 30 % Dampfersparnis erzielt haben. Für den Lokomotivbau bemerkenswert ist ein Patent, das die Gebrüder Hawthorn im Jahre 1839 auf eine Bauart nahmen,

bei welcher der Dampf auf dem Weg vom Kessel zum Zylinder in der Rauchkammer durch die Abgase erhitzt werden sollte. Von da an hören die Versuche, die Lokomotivleistung durch Überhitzung des Dampfes zu vergröfsern, nie auf. Besonders in England und Frankreich tauchten die verschiedenartigsten Entwürfe auf: meist legte man Rohrschlangen, welche der Dampf auf dem Weg zum Zylinder durchströmen mufste, in die Rauchkammer, erhielt also Abgasüberhitzer. Bekannter geworden ist eine Bauart der französischen Nordbahn von 1860, die an verschiedenen Lokomotiven zur Ausführung gekommen ist. Die Abgase wurden hier durch einen über dem Kessel liegenden Dampfsammler zurückgeleitet und hinten durch einen Schornstein ins Freie abgeführt. Solche Ausführungen konnten nur mäfsige Überhitzung ergeben. Vielfach lagen die Überhitzerrohre auch schon in einem besonderen Flammrohr, wobei dann die Überhitzung höher getrieben werden konnte. Allein für diese Bauart, die am ehesten zum Ziel geführt hätte, war die Zeit noch nicht reif; vor allem fehlte ein brauchbares Zylinderschmiermittel sowie geeignete Bauarten für Kolben, Schieber und Stopfbuchsen. Gegen Ende der 70er Jahre begann man durch höhere Dampfspannung und durch Einführung der Verbundwirkung die Niederschlagverluste in den Zylindern zu verkleinern. Die Ersparnisse, die man dabei durch Verwendung von mäfsig überhitzten Dampf machen konnte, waren nicht mehr grofs, und so schliefen auch die dahinzielenden Versuche allmählich ein.

Erst durch die bahnbrechenden Arbeiten und Erfindungen des Zivilingenieurs Wilhelm Schmidt in Cassel-Wilhelmshöhe kam gegen Ende der 80er und zu Anfang der 90er Jahre der hochüberhitzte Dampf von 350 °C im ortsfesten Dampfmaschinenbau zur endgültigen Anwendung. Schmidt's Verdienst ist es, die Bedeutung des sehr hoch überhitzten Dampfes klar erkannt zu haben. Im Vereine mit Garbe befafste er sich dann seit 1894 mit der Einführung des Heifsdampfes im Lokomotivbetrieb. Die preufsische Staatseisenbahnverwaltung und in dieser vorwiegend der Geheime Oberbaurat Müller brachten diesen Plänen gröfstes Interesse entgegen. Im Frühjahr und Sommer 1898 kamen die beiden ersten Heifsdampflokomotiven zur Ablieferung: eine 2 B-Schnellzuglokomotive vom Vulkan und eine 2 B-Personenzuglokomotive von Henschel. Beide Lokomotiven hatten den sogenannten Flammrohrüberhitzer. In ein grofses in der Längsmitte des Kessels eingebautes Rohr von 455 mm lichtem Durchmesser war eine Reihe von Überhitzerschlangen gelegt. Die Feuergase wurden durch die Blasrohrwirkung in das Flammrohr eingesaugt und gegen die Überhitzerschlangen geleitet. Am vorderen Ende traten sie durch Schlitze, deren Öffnungen durch einen Ringschieber regelbar waren, in die Rauchkammer über. Die Bauart genügte zwar zur Erzeugung hochüberhitzten Dampfes von 300—350 °C, aber es war bei ihr nicht genügend Rücksicht genommen auf die ungleiche Ausdehnung der Baustoffe. Immerhin haben die beiden obengenannten Lokomotiven bis vor kurzer Zeit, noch im wesentlichen in ihrem ursprünglichen Zustand, Dienst getan. Textabb. 1 zeigt den Flammrohrüberhitzer der 2 B-Personenzuglokomotive von Henschel.

Die Erfahrungen mit dem Flammrohrüberhitzer führten Schmidt zunächst zur Durchbildung des Rauchkammerüberhitzers, bei dem das weite Flammrohr beibehalten war, der Überhitzer dagegen in die Rauchkammer verlegt wurde. Fast gleichzeitig entstand aber auch der Rauchrohrüberhitzer, bei dem die Überhitzerschlangen nicht mehr in einem Flammrohr, sondern in einer Anzahl erweiterter Flammrohre untergebracht waren. Ersterer kam 1899 zum ersten Mal an einer 2 B-Schnellzuglokomotive der preufsischen Staatsbahn zur Anwendung. Er stellte einen wesentlichen Fortschritt gegenüber dem Flammrohrüberhitzer vor und ist bis 1905 von den preufsischen Staatsbahnen ausschliefslich verwendet worden. Der Rauchrohrüberhitzer kam zum ersten Mal im Jahre 1893 an einer von Kraufs & Co. für die Münchener Lokalbahn A.-G. gelieferten Lokomotive in Betrieb; schon im Jahre 1901 hatten sich allerdings auf Betreiben ihres Generalinspektors Flamme die belgischen Staatsbahnen zu seiner Einführung entschlossen. Da er dem Rauchkammerüberhitzer gegenüber den Vorteil gröfserer Einfachheit, geringeren Gewichtes, leichterer Zugänglichkeit und geringerer Unterhaltungskosten aufwies und auch in der Leistung gegen ihn nicht zurückstand, mufste ihm jener schliefslich weichen. Nachdem die preufsischen Staatsbahnen Ende 1905 zum Rauchrohrüberhitzer übergegangen waren und auch die übrigen Bahnen seit 1906 den Rauchkammerüberhitzer nicht mehr angewendet haben, kann dieser heute als aufgegeben betrachtet werden. Im Ganzen sind 543 Lokomotiven mit ihm ausgerüstet worden.

Abb. 1. Flammrohrüberhitzer.



Der Sieg des Rauchrohrüberhitzers bedeutete indessen noch keinen Stillstand. Hatten die bisherigen Ausführungen und Versuche neben der Entwickelung des Überhitzers als solchem vor allem auch der Durchbildung der Lokomotiv-Maschine für den neuen Heifsdampfbetrieb gedient, so konnte man diese jetzt als im wesentlichen beendet betrachten und die ganze Aufmerksamkeit auf die weitere Verbesserung des Überhitzers lenken. Bei der ersten Ausführung des Rauchrohrüberhitzers, die im übrigen als bekannt vorausgesetzt werden darf, traten an Stelle der oberen Heizrohre des Nafsdampfkessels zwei bis drei Reihen weiterer Rauchrohre zur Aufnahme der Überhitzerschlangen. Später ging man bei den gröfseren Lokomotiven fast allgemein zur vierreihigen Anordnung dieser Rauchrohre über, weil diese eine bessere Blasrohrstellung gestattete, die Rohrwände mehr schonte und auch die Unterbringung der Einströmrohre erleichterte. Die Umkehrenden der Überhitzerschlangen, die anfangs durch Schweifsung hergestellt oder durch aufgeschraubte Kappen gebildet wurden, werden neuerdings unter Vermeidung jeder autogenen Schweifsung in besonderen Maschinen geschmiedet. Dabei wird jede Verdickung der Rohre mit der daraus entstehenden Drosselung der Heizgase sowie das Auftreten undichter Stellen vermieden. Solche Rohre sollen eine grofse Lebensdauer haben. Zur Vereinfachung der Überhitzeranordnung wird weiterhin bei den meisten neueren Lokomotiven seit Ende des Krieges der Überhitzerschutzkasten samt Abschlufsklappen und Selbstschalter weggelassen. Auch

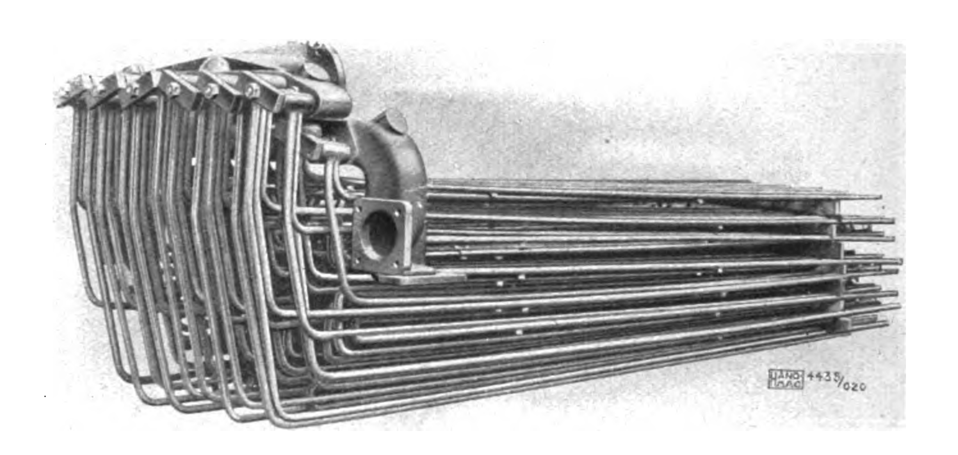
der Dampfsammelkasten hat Wandlungen durchgemacht. Zu erwähnen ist ein neuester Vorschlag*), der zur Vermeidung des Wärmeübergangs und zur Vereinfachung des Gufsstücks Nafsdampf- und Heifsdampfkammer getrennt giefsen und dann verschrauben will.

Der Wunsch nach weiterer Steigerung der Lokomotivleistung führte neben der erwähnten dauernden Vervollkommnung des ersten Rauchrohrüberhitzers schon im Jahr 1909 weiter zur Ausführungsform des Kleinrohrüberhitzers. Es hatte sich in der Praxis gezeigt, dafs mit jenem, der nun als Grofsrohrüberhitzer bezeichnet wurde, bei einem Verhältnis der Überhitzerheizfläche zur Verdampfungsheizfläche von 0,25—0,33 nur nach längerer Fahrtdauer und bei guter Feueranfachung eine Überhitzung von 300—350° C erzielt wurde. Für den Verschiebedienst und ähnliche Verhältnisse geschaffen, weist der Kleinrohrüberhitzer eine weitgehende bzw. vollkommene Besetzung der Rohre mit Überhitzerschlangen auf. Das Verhältnis der Überhitzerheizfläche zur Verdampfungsheizfläche schwankt zwischen 0,4 und 0,54. Die Heizfläche des Überhitzers ist also verhältnismäfsig gröfser als beim Grofsrohrüberhitzer, so dafs man schon kurz nach dem Öffnen des Reglers und mit kleinen Schlepplasten und Geschwindigkeiten hohe Dampftemperaturen erhält. Auch ergibt sich durch die Verkleinerung der Rauchrohre und ihre gleichmäfsige Verteilung eine wesentliche Schonung der Rohrwände. Die Bauart ist im übrigen sehr einfach, weil hier schon von Anfang an auf den Schutzkasten und die damit zusammenhängenden Teile verzichtet wurde. Die Anordnung des Dampfsammelkastens ist sehr verschieden, neuerdings wird er meist als Stufenkammer ausgeführt. Die Form des Gufsstücks ist dabei besonders einfach, vermeidet Wärmeübergang und Wärmespannungen und gestattet leichten Ein- und Ausbau der Überhitzerschlangen sowie vorzügliche Zugänglichkeit der Rauchrohre beim Ausblasen. Textabb. 2 zeigt den Kleinrohrüberhitzer der T 13-Lokomotive der Reichsbahn.

Zum Unterschied vom Grofsrohrüberhitzer mit Rauchrohren von rund 125 mm und vom Kleinrohrüberhitzer mit solchen von etwa 70 mm lichtem Durchmesser wird eine dritte Bauart mit 100 mm weiten Rauchrohren als Mittelrohrüberhitzer bezeichnet. Während beim Grofsrohrüberhitzer in jedem Rauchrohr eine Doppelschlange mit zweimaliger Ein- und Rückführung des Dampfes angeordnet ist, sind hier in jedem Rauchrohr zwei einfache Schlangen je einmal hin- und zurückgeführt. Damit wird der Dampfweg geringer, der Dampfquerschnitt gröfser und der Druckabfall des Dampfes kleiner, auch soll, wie beim Kleinrohrüberhitzer durch die engeren Rauchrohre die Rohrwand mehr geschont werden als beim Grofsrohrüberhitzer. Der Verhältniswert der Heizflächen liegt in der Mitte zwischen dem des Grofs- und Kleinrohrüberhitzers.

Die Frage, welche der drei angeführten Bauarten des Rauchrohrüberhitzers jeweils den Verzug verdient, läfst sich kaum allgemein beantworten. Über die Bewährung des Mittelrohrüberhitzers sind Angaben bisher noch nicht bekannt geworden. Der Kleinrohrüberhitzer, den die Schmidt'sche Heifsdampf-Gesellschaft für den Betrieb auf Stadt- und Vorortbahnen, für den Verschiebedienst und für Kleinbahnzwecke besonders empfiehlt, soll nach den Angaben dieser Firma vor allem im Verschiebedienst aufserordentlich befriedigt und überraschende Ersparnisse ermöglicht haben. Eine von der Hanomag für die Reichsbahn gebaute D-Tenderlokomotive Klasse T 13 mit Kleinrohrüberhitzer und Ventilsteuerung*) hat bei Betriebsversuchen schon bei mäfsiger Überhitzung eine Ersparnis im Kohlenverbrauch von 10 % ergeben**). Es scheint bei den grofsen Füllungen des Verschiebedienstes schon eine mäfsige Überhitzung zu genügen, um die Niederschlagsverluste beim Eintritt auf ein geringes Mafs herabzudrücken oder ganz zu vermeiden. Allerdings waren die Rauchrohre schwieriger zu reinigen als beim Grofsrohrüberhitzer, so dafs letzterer beim Bau weiterer Verschiebelokomotiven von der Reichsbahn zu Grunde gelegt werden dürfte. Indessen ist für kleinere und kleinste Lokomotiven, also vor allem für Kleinbahn- und Schmalspurbetrieb, der Kleinrohrüberhitzer die gegebene Bauart, weil Rauchrohre von einem Durchmesser, wie ihn der Grofsrohrüberhitzer erfordern würde, beim Abdichten in der kleinen Feuerbüchswand Schwierigkeiten bereiten würden. Zur Zeit sind auch schon 1600 Lokomotiven mit Kleinrohrüberhitzer bei weit über 100 Bahnverwaltungen im Betrieb. Für alle gröfseren Lokomotiven dürfte vorläufig noch der Grofsüberhitzer die zweckmäfsigste Form sein. Er hat sich in jahrzehntelangem Betrieb restlos bewährt und ist nach Versuchen des Eisenbahn-Zentralamts selbst im Stadtbahnbetrieb dem Kleinrohrüberhitzer ebenbürtig.

Abb. 2. Herausgezogener Kleinrohrüberhitzer.



Der Überhitzer von Schmidt in seinen verschiedenen Ausführungen hat vermöge seiner Wirtschaftlichkeit und einfachen Bauart in wenigen Jahren bei fast allen Eisenbahnen der Welt Eingang gefunden. Andere Bauarten, die etwa gleichzeitig aufkamen, wie die Überhitzer von Pielock, Clench, Jacobs wurden bald von ihm verdrängt. Im Ausland besonders sind viele Bauarten entstanden, die alle mehr oder weniger als Nachahmungen und Spielarten des Schmidt-Überhitzers betrachtet werden müssen, so die Überhitzer von Cole in Amerika, Notkin und Farmakowski in Rufsland, Mestre in Frankreich, Churchward und Robinson in England. Auch sie sind demselben fast ausnahmslos gewichen. Heute sind schon über 125 000 Lokomotiven mit ihm ausgerüstet und der Neubau von Nafsdampflokomotiven ist nur noch auf wenige besonders geartete Fälle beschränkt. Vielfach werden jetzt sogar ältere Nafsdampflokomotiven in Heifsdampflokomotiven umgebaut, wie dies nach den Angaben der Schmidt'schen Heifsdampf-Gesellschaft in grofsem Umfang bei den dänischen, holländischen und rumänischen Staatsbahnen sowie bei den schweizerischen Bundesbahnen und einer gröfseren

*) Siehe Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Nr. 9 v. 1. Nov., S. 107.

*) Siehe Han. Nachr. 1922, Heft 108, S. 162.

**) Siehe Glaser's Annalen 1923, Bd. 93, Nr. 1 v. 1. Juli, S. 6.

Anzahl von Privatbahnen mit grofsem Erfolg durchgeführt worden sein soll. Die Kosten können dabei im Verhältnis zum wirtschaftlichen Erfolg gering gehalten werden, da es solange die Überhitzung nicht über 300—320° C getrieben wird, nicht erforderlich ist, Zylinder und Schieber zu erneuern. Voraussetzung ist allerdings eine unbedingt zuverlässige Druckschmierung mit bestem Heifsdampföl, gegebenenfalls unter Verwendung eines Zerstäuberventils. R. Dannecker.

Vom englischen Signalwesen.

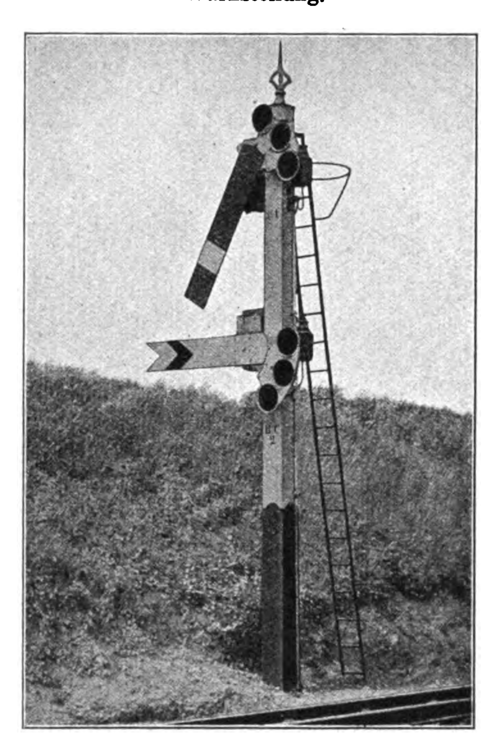
Von Geh. Regierungsrat **Wernekke**, Berlin-Zehlendorf.

Es hat zwar schon vor Stephenson und der Wettfahrt bei Rainhill Eisenbahnen gegeben, auch aufserhalb Englands. Trotzdem kann aber mit Recht jene Wettfahrt als der Ausgang des Eisenbahnwesens im heutigen Sinne und England als sein Ursprungsland bezeichnet werden. Auch die Sicherungsanlagen für den Eisenbahnbetrieb sind zunächst in England entwickelt worden, und doch oder vielleicht gerade deshalb kann man heute nicht sagen, dafs England die führende Rolle auf diesem Gebiete unter den Ländern, die Eisenbahnen besitzen, spielte. Dazu hängt der englische Techniker zu sehr am Hergebrachten, und andere Länder, die gewisse Einrichtungen erst übernommen haben, nachdem sie in England erprobt waren, haben ihnen zuweilen Formen gegeben, die dem englischen Vorbild überlegen waren. Sowohl die allgemeinen Anordnungen, die zur Sicherung des Eisenbahnbetriebs in England getroffen sind, als auch die Mittel, mit denen man dort das gewollte Ziel zu erreichen sucht, entsprechen daher nicht immer den Anforderungen, die wir z. B. in Deutschland in dieser Beziehung zu stellen gewöhnt sind.

Von einem einheitlichen Signalwesen kann in England nicht die Rede sein. Die Eisenbahnen Englands zerfielen bekanntlich bis vor etwas mehr als Jahresfrist in weit über hundert Netze einzelner Eisenbahngesellschaften, von denen allerdings nur einige dreifsig von Bedeutung für das englische Verkehrswesen und die Entwicklung der englischen Eisenbahntechnik waren, während die übrigen nur dem Ortsverkehr eines beschränkten Gebietes dienten und zum Teil mit ihren technischen Einrichtungen dem Beispiel der benachbarten Grofsbahnen folgten, wenn sie es bei der Kleinheit des Netzes und der geringen Stärke ihres Verkehrs überhaupt nötig fanden, die für einen höher entwickelten Eisenbahnbetrieb für erforderlich erachteten Einrichtungen auch bei sich einzuführen. Von den mafsgebenden Beamten der führenden englischen Eisenbahngesellschaften hatte jeder mehr oder weniger seine Ansichten über technische Einrichtungen für sich, und jeder stattete sein Eisenbahnnetz nach seiner Überzeugung aus; dadurch entstanden sehr erhebliche Abweichungen auch im Signalwesen der englischen Eisenbahnen. Im Laufe der Zeit haben sich aber einheitliche Grundsätze herausgebildet, und eine gewisse Einheitlichkeit ist auch durch die Vorschriften des Handelsamts, unter dessen Aufsicht die Eisenbahnen vor der Errichtung des erst im Jahre 1919 geschaffenen Verkehrsministeriums standen, herbeigeführt worden, wenn auch diese Vorschriften im wesentlichen nur die Aufgaben umreifsen, die im Sicherungswesen zu erfüllen sind, und die technische Lösung den Eisenbahngesellschaften überlassen.

Sowohl Haupt- wie Vorsignale haben in England Armform, und zwar zeigt der Arm, da links gefahren wird, nach links. (Textabb. 1). Die Hauptsignale sind am vorderen Ende glatt rechtwinklig abgeschnitten, die Vorsignale haben dagegen einen dreieckigen Ausschnitt, so dafs ihr vorderes Ende die Form eines Fischschwanzes hat. Die Arme sind meist rot gestrichen mit einem weifsen Querbalken; neuerdings kommt gelber Anstrich für die Vorsignale vor. Ein wagrecht stehender Arm bedeutet Halt; die Stellung für freie Fahrt zeigt unter 45° nach unten. Vorsignale und Hauptsignale werden häufig an demselben Mast angebracht, und zwar der Vorsignalarm unter dem Hauptsignal. Bei Abzweigungen ist für jedes Gleis ein besonderer Arm vorgesehen; die Arme sind dann entweder übereinander oder kandelaberartig nebeneinander angeordnet. Die Reihenfolge der Signalarme von oben nach unten oder von links nach rechts entspricht der Reihenfolge der Gleise von links nach rechts. Deutscher Anschauung widerspricht es vollkommen, dafs bei dieser Anordnung ein auf Halt stehendes Signal überfahren werden mufs, wenn aufser diesem an demselben Mast ein Arm in der Freistellung erscheint. Das Vorsignal vor Abzweigungen hat im allgemeinen ebenfalls für jeden Arm des Hauptsignals einen besonderen Arm; die Arme sind dann nach demselben Grundsatz über- oder nebeneinander aufgebaut wie bei den Hauptsignalen; neuerdings kommt man aber von dieser Anordnung ab und begnügt sich mit einem Vorsignalarm, da man es für genügend hält, dafs der Lokomotivführer am Vorsignal darauf vorbereitet wird, ob er am Hauptsignal »Freie Fahrt« oder »Halt« findet, aber für überflüssig erachtet, ihn schon am Vorsignal darauf hinzuweisen,

Abb. 1. Mastsignal: Hauptarm in Fahrstellung, Vorsignal in Warnstellung.



in welches Gleis er bei freier Fahrt wird einfahren können. Die Warnstellung am Vorsignal kann auch dazu benutzt werden, um den Lokomotivführer darauf vorzubereiten, dafs er am Hauptsignal Freie Fahrt in das abzweigende Gleis finden wird, in das er nur mit verminderter Geschwindigkeit einfahren darf. Diese neuere Auffassung ermöglicht eine erheblich einfachere Ausgestaltung der Signalanlagen, und man erwartet, dafs auf mehrgleisigen Strecken, in denen ein Übergang von einem Gleis zum andern vorkommt, Signalbrücken, die jetzt nötig sind, in Zukunft werden wegfallen können.

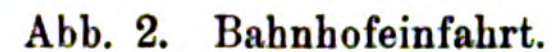
Bei Bahnhofseinfahrten mit einer gröfseren Anzahl von Verzweigungen werden zuweilen die Signale für Personenzug- und Güterzugfahrten besonders gekennzeichnet, z. B. durch einen am Signalarm angebrachten Ring. Auch Buchstaben und Zahlen am Signal kommen vor, um die Fahrstrafse anzudeuten,

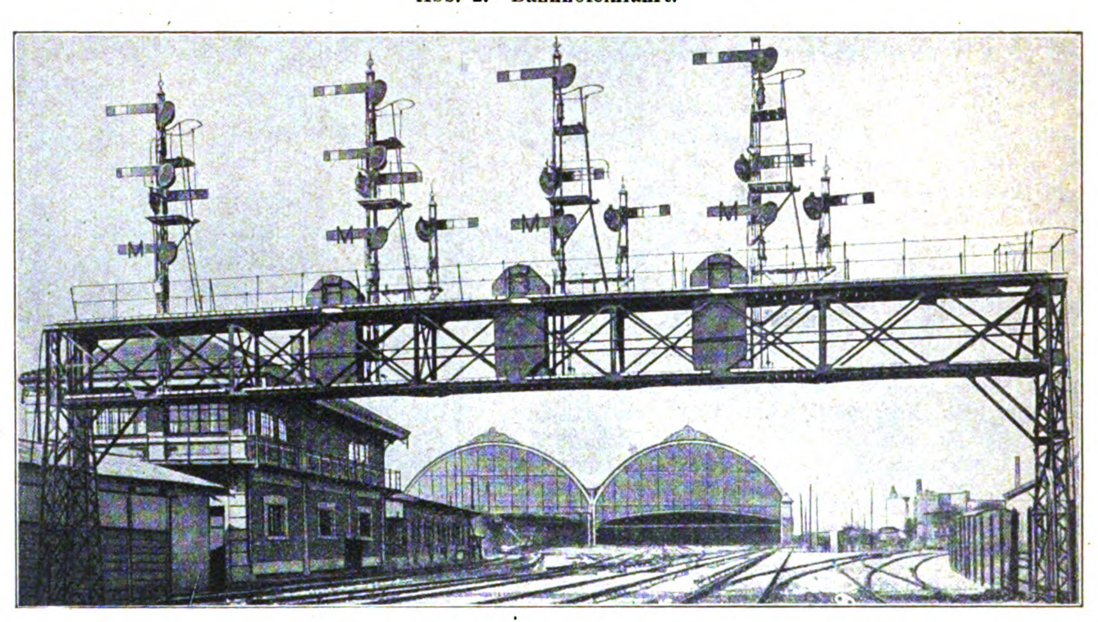
für die das Signal gilt (Textabb. 2). An anderen Stellen begnügt man sich bei verzweigten Bahnhofeinfahrten, bei denen wegen der grofsen Zahl von Armen sonst ein verwirrendes Bild entstehen würde, mit einem Signalarm, läfst aber dafür gleichzeitig eine Zahl am Signalmast erscheinen, die dem Lokomotivführer ankündigt, in welches Gleis er einfahren wird.

Merkwürdigerweise überwiegt in England noch der hölzerne Signalmast; auch die Signalflügel werden meist aus Holz hergestellt, doch finden sich auch, z. B. bei der Nordwestbahn, Signalflügel aus Stahlblech.

Zum Stellen der Signale dienen allgemein einfache Drahtzüge, die an einem unter dem Signalarm angebrachten Hebel angreifen und beim Umstellen auf »Freie Fahrt« ein an diesem Hebel sitzendes Gegengewicht anheben. Beim Nachlassen des Signalzugs, auch wenn der Draht reifst, führt das Gegengewicht den Signalarm in die Haltstellung. Die Signalblenden sind mit dem Arm fest verbunden, so dafs der Signalwärter, um sie zu putzen, am Mast hochklettern mufs. Auch Laternenaufzüge sind im allgemeinen nicht vorhanden, und der Wärter mufs daher auch, um die Lampen anzuzünden und auszulöschen, den Mast besteigen.

Weichen werden allgemein durch Gestänge bedient, die aus Rohren, zuweilen auch aus U-Eisen hergestellt werden. Spitzweichen in Hauptgleisen galten bis 1892 als gefährlich; waren sie gar nicht zu vermeiden, so sollten sie nicht weiter als 200 Yards (180 m) vom Stellwerk entfernt sein; neuerdings ist diese Entfernung auf 350 Yards (315 m) verlängert worden. Man bringt bei ihnen aber allgemein eine zweite Gestängeleitung an, die mit einem Weichenriegel und einer Druckschiene neben der Weiche in Verbindung steht. Auch mitbefahrene Weichen sollten früher innerhalb 300 Yards (270 m) vom Stellwerk liegen, neuerdings ist auch für sie eine Entfernung von 350 Yards zugelassen. Die Verlängerung der Leitung gibt Anlafs, die Einführung von Kugellagern bei den Gestängen ins Auge zu fassen, um die Widerstände und damit den zum Umstellen erforderlichen Kraftaufwand zu verringern. Infolge der Vorschriften, die die obere Grenze für die Länge der Gestänge festlegten, haben die englischen Stellwerke kurze zusammengedrängte Bezirke. Sollen Weichen, die weiter als das zulässige Mafs vom Stellwerk entfernt sind, gesichert werden, so ordnet man neben der Weiche die Stellvorrichtung an, die dann in Abhängigkeit vom Stellwerk gebracht wird.


Abb. 2. Bahnhofeinfahrt.



Der Fufsboden der Stellwerke liegt meist 2,5 bis 3,6 m über SO, so dafs der Stellwerkswärter die Schlufslampen vorüberfahrender Züge gut sehen kann, auch wenn Wagen oder andere Züge zwischen ihm und jenen stehen oder fahren. Auf einen guten Ausblick von der Stellerei aus wird überhaupt besonderer Wert gelegt. Zuweilen wendet man zur Vergröfserung des Gesichtsfeldes Spiegel an.

Rot und grün sind auch in England die üblichen Farben für die Nachtsignale; bedenklich ist, dafs das Vorsignal bei Nacht dieselben Farben zeigt wie das Hauptsignal. Um einen Unterschied zwischen beiden Signalarten zu machen, wird bei einigen Gesellschaften das Vorsignallicht so abgeblendet, dafs ein V-förmiger, beleuchteter Haken sichtbar wird, so dafs das nächtliche Bild an die Fischschwanzform des Vorsignalarms erinnert. Bei einigen Gesellschaften wird am Vorsignal gelbes Licht für die Warnstellung verwendet.

In den letzten 20 Jahren hat sich das Arbeiten mit Gleisströmen sehr eingebürgert; wegen der weitgehenden Sicherheit, die damit erreicht werden kann, erfreut es sich grofser Beliebtheit. Der Einführung stand zunächst die Bauart gewisser Personenwagen im Wege, bei denen die Räder eine hölzerne Nabe hatten, so dafs die Achse nicht als leitende Verbindung zwischen den beiden Schienen dienen konnte.

Für die Abhängigkeit zwischen Weichen und Signalen und den Signalen untereinander setzen die staatlichen Vorschriften die auch anderwärts anerkannten Bedingungen fest. Die Signale müssen so eingerichtet sein, dafs sie erst in die Fahrstellung gebracht werden können, wenn alle Weichen für die betreffende Fahrt richtig stehen; Signale für feindliche Fahrten dürfen nicht gleichzeitig gezogen werden können; das Signal in Fahrstellung mufs die Weichen der Fahrstrafse, für die es gilt, verriegeln; Weichen, die sich gegenseitig gefährden, sollen möglichst so gekuppelt sein, dafs Zusammenstöfse nicht vorkommen können. Das Vorsignal darf erst in die Freistellung gebracht werden können, nachdem das zugehörige Hauptsignal in diese Lage gestellt worden ist. Einfahr- und Ausfahrsignale in der Nähe von mitbefahrenen Weichen sollen in der Fahrstellung diese Weichen in beiden Stellungen verriegeln, es sei denn, dafs dadurch der Dienst erheblich erschwert wird.

Bei gröfseren Stellereien wird zur Entlastung der Stellwerkswärter neuerdings häufig Kraftantrieb gewählt; es kommt dabei in Frage Druckluft von geringer Spannung, Druckluft

in Verbindung mit Elektrizität, Elektrizität allein und vereinigt mit mechanischem Antrieb.

Lange Blockstrecken werden häufig durch ein dazwischen liegendes halb-selbsttätiges Signal unterteilt, das, selbst unbesetzt, in Abhängigkeit von dem vorhergehenden oder dem folgenden Blockposten steht. Betätigt werden derartige Signale durch Gleisströme. Dabei wird also eine Mannschaft zur Besetzung des Zwischenblocks gespart. Ebenfalls zur Ersparnis von Bedienungsmannschaften und damit von Kosten dient es, dafs man neuerdings Weichen, die weit vom Stellwerk entfernt sind, mit Kraftantrieb versieht, der von der Stellerei aus durch Schwachstrom gesteuert wird. Bei richtiger Verbindung derartiger Einrichtung mit stromführenden Schienen bestehen in bezug auf die Betriebssicherheit keine Bedenken.

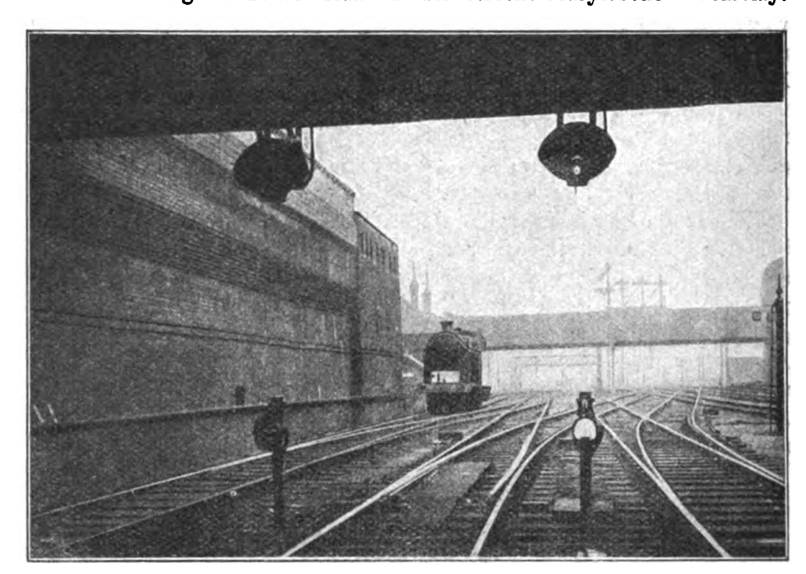
Bei starkem Verkehr, namentlich wenn sich lauter gleich schnell fahrende Züge in gleichem Abstand folgen, wird der Betrieb durch selbsttätige Signale gesichert. Derartige Vorrichtungen arbeiten mit Gleisströmen. Die Signale sind dann allgemein zweiarmig: der untere Arm bildet das Vorsignal für das Hauptsignal am nächsten Mast, das dort durch den oberen Arm gebildet wird. Es kommen sowohl Anordnungen vor, bei denen die Signale in der Grundstellung auf Halt, als auch solche, bei denen sie auf Frei stehen. Zwischen Woking und Basingstoke auf der bisherigen Südwestbahn kommt die erstgenannte Anordnung mit Druckluftantrieb vor, während auf der Nordostbahn zwischen Alne und Thirsk selbsttätige Signale mit Kohlensäureantrieb stehen, die in der Grundstellung die wagrechte Lage einnehmen.

Eine Besonderheit der englischen Eisenbahnen dürften Stellwerke und Blockstellen sein, die nur bei lebhaftem Betrieb besetzt sind, bei schwachem Betrieb aber, z. B. Sonntags, wo in England nach einem beschränkten Fahrplan gefahren wird, unbesetzt gelassen und ausgeschaltet werden.

Reine Lichtsignale, also solche, bei denen der Signalarm ganz fehlt und der Signalbegriff nur durch farbige Lichter dargestellt wird, sind zunächst nur für Untergrund- und Tunnelstrecken bestimmt; sie haben sich aber neuerdings auch über Tag liegende Strecken erobert, nachdem sich gezeigt hat, dafs bei den neuzeitlichen Lichtquellen Störungen durch das Tageslicht, auch bei hellem Sonnenschein, nicht zu befürchten sind. Farbige Lichtsignale haben manche Vorzüge vor den Formsignalen. Sie sind sehr einfach gebaut und haben nur ganz wenige bewegliche Teile, die vor Witterungseinflüssen geschützt eingebaut werden können, also Beschädigungen nur wenig ausgesetzt sind. Es gibt Bauarten mit zwei Lampen, einer roten und einer grünen, und der einzig bewegliche Teil ist dabei der Schalter, der einmal die eine, das andere Mal die andere Lampe unter Strom setzt. Andere Bauarten haben sogar nur eine Lampe, doch müssen dann farbige Linsen bewegt werden, die die Lampe abwechselnd rot und grün abblenden. Bei den Leitungen von Lichtsignalen entfallen alle mechanisch bewegten Teile, so dafs die Entfernung zwischen Stellerei und Signal keine Rolle spielt. Bemerkenswerte Anlagen dieser Art finden sich bei der Metropolitan-Eisenbahn in London, auf Strecken der Nordostbahn in der Umgebung von London und auf der Hochbahn von Liverpool. Letztere ist vor etwa Jahresfrist von einem Ausschufs besichtigt worden, der zur Erörterung von Fragen, betreffend Lichtsignale, im Jahre 1921 eingesetzt worden ist, und der Ausschufs hat sich lobend über die Anlage ausgesprochen. Die Signale waren, gleichviel ob die Sonne vor oder hinter ihnen stand, auf 900 bis 1000 m deutlich erkennbar, und diese Entfernung kann durch Verstärkung der Lichtquelle, die beim heutigen Stande der Beleuchtungstechnik keine Schwierigkeiten hat, sogar noch gesteigert werden. Die Signale bestehen aus einem Kasten mit drei Fächern übereinander; in den beiden oberen sind die Lampen, im unteren die Schalter untergebracht. Vor den Lampen stehen je zwei Linsen, eine farblose und eine farbige. Die Lichtstrahlen treten parallel gerichtet aus; sie können durch ein Prisma aus der geraden Richtung abgelenkt werden, so dafs sie in Krümmungen die zweckmäfsigste Richtung im Verhältnis zur Strecke annehmen.

Eine Lichtsignalanlage mit drei Farben und selbsttätigem Betrieb ist auf der Nordostbahn zwischen Marylebone und Wembley für den verstärkten Verkehr eingebaut worden, der im kommenden Sommer wegen der in Wembley stattfindenden Reichsausstellung geplant ist. Die Lichtsignale werden hier selbsttätig geschaltet. Sie zeigen drei Farben: rot bedeutet Halt und grün freie Fahrt, während gelb darauf vorbereitet, dafs am nächsten Signal Halt zu erwarten ist; jedes Signal dient also auch als Vorsignal für das nächste Signal. Die Grundstellung der Signale ist diejenige, welche grünes Licht zeigt; der vorüberfahrende Zug verwandelt das Licht in rot, und wenn er das nächste Signal in Freistellung findet und an ihm vorüberfährt, erscheint am ersten Signal gelbes Licht, das endlich wieder in grün übergeht, wenn der Zug das übernächste Signal betätigt. Neben Signalen der Bauart Westinghouse, wie sie auch bei der Hochbahn in Liverpool angewendet werden, finden sich hier Signale der Bauart Hall, die aus Amerika stammt und hier zum ersten Mal in Europa angewendet wird. (Textabb. 3). Während das Westinghouse-Signal für jede Farbe eine besondere Lampe hat, ist beim Hall-Signal nur eine Lampe vorhanden; beim ersteren wird also bei jeder Veränderung des Signalbilds, wie schon erwähnt, eine andere Lampe eingeschaltet, während beim Hall-Signal verschiedene Blenden vor die Lampe geschoben werden. Beide Bauarten haben sich bewährt. Natürlich ist bei beiden Vorsorge getroffen, dafs bei einem Versagen der Schalteinrichtungen rotes Licht erscheint. Um gegen Störungen bei den Lampen geschützt zu sein, sind in der Birne zwei Fäden angeordnet, von denen sich der zweite selbsttätig einschaltet, wenn der erste infolge Bruches verlöscht.

Abb. 3. Lichtsignale Bauart Hall auf der Strecke Marylebone—Wemblay.



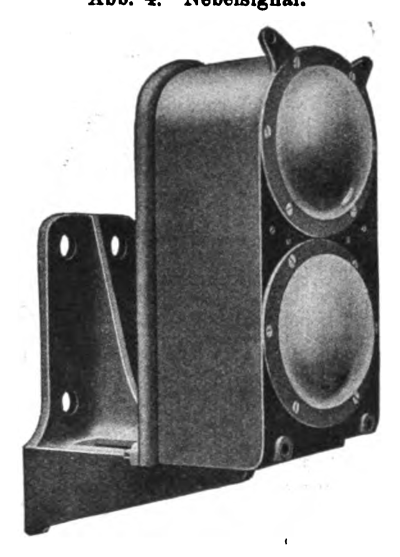
Schwierigkeiten hat es bei den Lichtsignalen, eine Abzweigung anzuzeigen. Man hat deshalb an den Stellen, wo dies nötig wäre, Geschwindigkeitsanzeiger aufgestellt. Diese bestehen aus zwei an einem Pfosten übereinander dem Zug entgegen angebrachten Lampen, in deren Blenden z. B. die Zahlen 50 und 25 ausgestanzt sind. Je nachdem freie Fahrt für das gerade oder das abzweigende Gleis eingestellt ist, je nachdem also mit 50 oder 25 Meilen Stundengeschwindigkeit

gefahren werden darf, wird die eine oder die andere Zahl erleuchtet.

Eine andere bemerkenswerte selbsttätige Signalanlage, und zwar mit Armsignalen, ist die auf der 18 km langen Strecke Alne-Thirsk, ebenfalls auf der Nordostbahn. Die Strecke mit den selbsttätigen Signalen ist zweigleisig, beiderseits schliefsen sich aber vier Gleise an. Der Verkehr hätte eigentlich auch den viergleisigen Ausbau dieses »Flaschenhalses« verlangt; um ihn zu vermeiden, hat man versucht, die Leistungsfähigkeit der zweigleisigen Strecke durch Einführung selbsttätiger Signale so weit zu steigern, dafs die Vermehrung der Gleiszahl unterbleiben kann. Der gewünschte Erfolg ist erreicht worden; die Anlage ist nunmehr 20 Jahre alt und hat sich bewährt. In den drei Sommermonaten des Jahres 1904 wurde die Strecke von 10493 Zügen befahren, 1913 war diese Zahl auf 11878, 1923 auf 13326 gestiegen, und immer noch kann der viergleisige Ausbau vermieden werden. Die Anlage enthält 35 selbsttätige Hauptsignalarme und 35 selbsttätige Vorsignalarme, wozu noch 2 Haupt- und 6 Vorsignalarme kommen, die bedient werden müssen.

Die klimatischen Verhältnisse stellen dem englischen Eisenbahntechniker eine Anzahl Sonderaufgaben; dazu gehört vor allem die Sicherung des Zugverkehrs bei dem in England nicht seltenen und dann undurchdringlichen Nebel. Zu diesem Zweck werden auch in England zunächst Knallkapseln verwendet, die von Hand und, auf mehrgleisigen Strecken, auch mit Hilfe mechanischer Vorrichtungen auf die Schienen aufgelegt werden, solange das Signal auf »Halt« steht. Bei mechanischen Knallkapsellegern kann ein Mann mehrere Signale bedienen; da er sie aber dann nicht sehen kann — denn sie befinden sich nicht in seiner unmittelbaren Nähe —, sind an seinem Standort Signalwiederholer angebracht. Bei der Metropolitan-Eisenbahn sind neuerdings besondere Nebelsignale eingebaut worden; sie bestehen aus elektrischen Lampen, die in Augenhöhe des Führers neben dem Gleis in einiger Entfernung vor dem eigentlichen Signal angebracht sind (Textabb. 4). Diese Ankündigungssignale, die sich gut bewährt haben sollen, werden nur bei Nebel eingeschaltet.

Abb. 4. Nebelsignal.



Besonders wegen des Nebels hat man in England auch der Übertragung der Signale auf die Lokomotive rege Aufmerksamkeit gewidmet. Bei der Grofsen Westbahn ist z. B. eine Vorrichtung eingeführt, bei der ein hochstehender Arm im Gleis durch Berührung eines an der Lokomotive angebrachten Schuhs eine Teilbremsung herbeiführt und eine Pfeife zum Ertönen bringt, wenn das zugehörige Signal auf Halt steht; bei freier Fahrt führt der Arm im Gleis Strom, so dafs bei Berührung des Schuhs an der Lokomotive ein Stromkreis geschlossen wird, wodurch eine Klingel auf der Lokomotive zum Ansprechen gebracht wird. Das Bedenken, dafs durch derartige Anordnungen die Aufmerksamkeit des Führers erlahmen könnte, das anderwärts gegen die Einführung von solchen Anhaltevorrichtungen geltend gemacht wird, hat auch in England bestanden; man scheint sich aber darüber hinweggesetzt zu haben, namentlich weil man die Anordnung so getroffen hat, dafs bei Haltstellung des Signals der Zug nicht selbsttätig voll abgebremst und dadurch zum Halten gebracht wird, sondern hierzu noch die Mitwirkung des Lokomotivführers nötig ist. Die Strecken der Great Central Eisenbahn in der Umgebung von London und ihre den Vorortverkehr bedienenden Tenderlokomotiven sind alle mit einer solchen Vorrichtung ausgestattet; auch bei auf »Freier Fahrt« stehendem Signal werden hier die Bremsen 200 Yards vor dem Hauptsignal leise betätigt, so dafs der Lokomotivführer, der sie sofort wieder löst, wenn er das Signal Freie Fahrt feststellt, daran erinnert wird, dafs er sich einem Signal nähert. Eine solche Einrichtung findet sich z. B. auch auf der besprochenen Strecke Marylebone-Wembley in Verbindung mit den selbsttätigen Lichtsignalen.

In einem Rückblick der englischen Fachzeitschrift »Railway Age«, die neben »Modern Transport« als Quelle für die vorstehenden Darlegungen gedient hat, wird es als das hervorstechendste Ereignis des Jahres 1923 im englischen Signalwesen bezeichnet, dafs die Strecke Marylebone-Wembley mit selbsttätigen Signalen ausgestattet wurde. Damit sind zum ersten Male dreifarbige Lichtsignale auf einer dampfbetriebenen Eisenbahn angewendet worden. An zweiter Stelle steht dann die Einführung selbsttätig bedienter Weichen auf der Mersey-Eisenbahn in Liverpool, auf der im vorhergehenden Jahre selbsttätige Signale eingebaut worden waren. Während eines halbjährigen Probebetriebs sind dort eine Gleisverbindung und eine Sicherheitsweiche mit selbsttätigem Antrieb, zu denen zwei Signale gehören, von 16666 Zügen befahren worden; nachdem das Verkehrsministerium die endgültige Genehmigung zu dieser Anlage erteilt hat, dient sie jetzt dem Verkehr von täglich 200 Zügen. Zwei Stellwerke konnten infolge der Inbetriebnahme der Neuanlage geschlossen werden.

Eine schwierige Aufgabe steht der englischen Signaltechnik für das Jahr 1924 bevor, nämlich die Ausführung der Sicherungsanlagen für Camden Town auf der Londoner Elektrischen Eisenbahn. Hier werden die Tunnel so umgebaut, dafs die Strecken von Charing Cross und Euston zusammenlaufen und sich dann wieder für die Richtungen nach Hendon und Highgate trennen und umgekehrt. Gleiskreuzungen sind dabei vollständig vermieden; die Tunnelröhren werden über- und untereinander durchgeführt. Es sind dabei vier spitzbefahrene und sechs mitbefahrene Weichen zu sichern, von denen keine vom Stellwerk aus sichtbar ist.

Am Schlusse eines Vortrags, den der Signaloberingenieur Bound der Nordostbahn vor dem Institute of Transport gehalten hat, versuchte der Vortragende auch einen Blick auf die zukünftige Entwicklung des englischen Signalwesens zu werfen. Er erklärte es zwar für schwer, zu prophezeien, glaubte aber, dafs der Zwang zur Sparsamkeit die Einführung elektrischen Antriebs in der Signaltechnik fördern werde. Man könne unter Anwendung neuzeitlicher Einrichtungen auf diesem Gebiete einen Zustand erreichen, der an vollkommene Betriebssicherheit sehr nahe heranreiche; die Verantwortung, die jetzt der Lokomotivführer mit dem Stellwerkswärter teile, werde dann auf den technischen Stab der Eisenbahnen übertragen, dem der Entwurf und die Unterhaltung der Sinalanlagen zufällt. Wenn also bei derartigen Einrichtungen unmittelbar im Betriebe der Mensch weitgehend ausgeschaltet wird, so ist er doch auf diesem Wege mittelbar sehr stark an der Erreichung der höchstmöglichen Betriebssicherheit beteiligt. Eine der ersten Sicherungsmafsnahmen, die eine Eisenbahn besitzen kann, ist,

so bemerkte Bound zum Schlufs, ein Heer von zuverlässigen und zufriedenen Betriebsbeamten, die die ihnen übertragenen Pflichten gewissenhaft ausführen und dabei besonders im Auge behalten, welchen hohen Wert straffe Mannszucht gerade im Eisenbahnbetrieb hat. Merkwürdiger Weise scheint er nicht betont zu haben, welcher Bedeutung ein richtig aufgestellter und reibungslos durchgeführter Fahrplan für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes besitzt.

Zur Frage der durchgehenden Güterzugbremse.

Der Schweizerischen Bauzeitung*) entnehmen wir folgende im Gebiet der Deutschen Reichsbahn besonderes Interesse bietenden Ausführungen:

Am 15. Oktober 1923 ist von der Pariser Konferenz der Eisenbahn-Kommission der alliierten und assoziierten Mächte beschlossen worden, als Typus der durchgehenden internationalen Güterzugbremse von Artikel 370**) des Versailler Vertrages die Westinghouse-Bremse zu bezeichnen, die folgende charakteristische Merkmale aufweist:

1. Verwendung des Spezialsteuerventils L;
2. Anbringung einer Verschraubung, die gestattet, zu gegebener Zeit für die Abwärtsfahrt mit der Bremse auf aufserordentlich starken Gefällen bei sehr schweren Zügen ein abnehmbares Organ anbringen zu können, das dieselben Funktionen ausübt wie das in den Vereinigten Staaten ständig verwendete Rückhaltventil;
3. Abwesenheit jedes besondern mechanischen Organs an den Leitungswagen.

Bei Annahme der obigen Entscheidung sind die verbündeten Vertreter übereingekommen, dafs die Wahl des Westinghouse-Systems nicht seine ausschliefsliche Annahme nach sich zieht, und dafs im internationalen Verkehr jedes andere Druckluftsystem zuzulassen ist, das als geeignet anerkannt wird, mit jenem System in beliebigem Verhältnis gekuppelt zu werden und mit ihm zu funktionieren.

Angesichts der vorerwähnten Beschlüsse der Eisenbahnkommission der alliierten und assoziierten Mächte erscheint es wichtig festzustellen, dafs durch sie der internationalen Einführung der »Kunze-Knorr-Bremse« keinerlei Schwierigkeiten entstehen können. Die Kunze-Knorr-Bremse arbeitet schon seit ihrer Einführung in Deutschland mit der Westinghouse-Bremse zusammen, und auch die über den Gotthard geführten Reparations-Kohlenzüge wurden teilweise mit Personenzügen kombiniert, die mit Westighouse-Bremsen ausgerüstet waren, ohne dafs sich daraus Schwierigkeiten ergeben hätten. Anderseits ist die ganze Entwicklung der Kunze-Knorr-Bremse auf dem Prinzip der Zusammenarbeit mit bestehenden Druckluftbremsen aufgebaut. Bei ihrer Ausbildung wurde von den bis dahin bei der Preufsischen Staatsbahn eingeführten Einkammer-Druckluftbremsen, Bauarten Westinghouse und Knorr, ausgegangen. Wie bekannt, arbeiten diese Bremsen anstandslos zusammen und es war deshalb auch ganz natürlich, dafs bei der Ausbildung der Güterzugbremse das gleiche Ziel verfolgt wurde.

Der Fachwelt ist wohl allgemein bekannt, dafs bei den gemeinsamen Arbeiten der Preufsischen Staatsbahn mit der Firma Knorr zunächst eine Güterzugbremse entwickelt wurde, die sich von der Personenzugbremse insbesondere durch ein langgestreckteres Bremsdruckdiagramm unterscheidet. Jene »Knorr-Güterzugbremse« ist schon vor dem Kriege dem Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen, dem auch die Ungarische Staatsbahn als Mitglied angehörte, vorgeführt worden. Bei dieser Verwaltung war anderseits die Westinghouse-Güterzugbremse ausgebildet worden, deren Kennzeichen in dem Steuerventil L besteht, das von der Pariser Konferenz vom Oktober 1923 als Muster-Steuerventil bezeichnet wurde. Auch bei der »Westinghouse-Güterzugbremse« liegt der charakteristische Unterschied gegenüber der Personenzugbremse in einem gestreckteren Bremsdruckdiagramm. Die von der ungarischen Staatsbahn angestellten Mischversuche, für die seitens der Preufsischen Staatsbahn eine Anzahl Knorr-Güterzugventile zur Verfügung standen, ergaben, dafs die Knorr-Güterzugbremse und die Westinghouse-Güterzugbremse mit dem Steuerventil L anstandslos zusammen arbeiten. Das Gleiche mufs auch für die »Kunze-Knorr-Güterzugbremse« zutreffen, da diese sich von der Knorr-Güterzugbremse nur durch die Möglichkeit des abgestuften Lösens unterscheidet.

Das anstandslose Zusammenarbeiten der beiden Güterzugbremsen Westinghouse und Kunze-Knorr ergibt sich insbesondere aus der Übereinstimmung beider Systeme in folgenden Organen bezw. Funktionen:

1. Die Arbeitsweise des Steuerventils der Kunze-Knorr-Bremse beruht auf genau gleichem Prinzip wie das der Westinghouse-Bremse, d. h. der die Bremsung vermittelnde Steuerkolben wird nur durch Differenzen zwischen dem Leitungsdruck und dem Druck im Hilfsluftbehälter bewegt. Im Ruhezustand besteht auf beiden Seiten des Steuerkolbens der gleiche Druck. Die Druckdifferenzen sind nur vorübergehende; sie entstehen, wenn zur Veränderung des Bremsdruckes eine Veränderung des Leitungsdruckes hervorgerufen wird. Für die Dichtung des Steuerkolbens genügt deshalb ein selbstspannender metallischer Kolbenring, der sehr wenig Bewegungswiderstand hervorruft. Die Bremsen sprechen auf ganz kleine Druckdifferenzen an und die Abstufungsmöglichkeit entspricht allen Anforderungen. Es ist daher gleichgültig, ob der normale Leitungsdruck fünf oder mehr oder weniger Atmosphären beträgt; auch haben durch Undichtigkeiten in der Leitung sich ergebende Druckunterschiede keinen Einflufs, da bei gelöster Bremse sich der Druck in allen Teilen der Leitung mit jenem der an sie angeschlossenen Hilfsluftbehälter ausgleicht.

2. Für die Beschleunigung der Bremswirkung durch den Zug ist bei der Kunze-Knorr-Bremse genau wie bei dem Westinghouse-Ventil L eine Übertragungskammer in Anwendung, die bei Einleitung jeder Bremsung, also sowohl bei Betriebsbremsungen wie auch bei Schnellbremsungen, eine beschränkte Luftmenge aufnimmt, die den Druck der Bremsleitung nur soweit ermäfsigt, als dies für die Erzielung einer mäfsigen Bremswirkung zulässig ist.

3. Das Steuerventil der Kunze-Knorr-Bremse für Güterzüge hat deshalb gleich dem Westinghouse-Ventil L nur eine einzige Bremsstellung. Ein falsches Arbeiten des Ventils ist dadurch ausgeschlossen.

4. Das Steuerventil der Kunze-Knorr-Bremse ergibt die nämliche Bremsdruckschaulinie wie das Westinghouse-Ventil, Modell L, denn es benutzt wie dieses: a) zum ersten Anlegen der Bremsklötze ein Mindestdruckventil, durch das der Bremszylinder schnell gefüllt wird, und das sich schliefst, wenn der Druck im Bremszylinder auf etwa 0,6 at gestiegen ist; b) zum weiteren langsamen Ansteigen des Bremsdruckes eine enge Düse.

*) Nr. 4 vom 26. Januar 1924.

**) Darnach verpflichtet sich Deutschland, die deutschen Wagen mit Einrichtungen zu versehen, die es ermöglichen:

1. sie in die Güterzüge auf den Strecken derjenigen alliierten und assoziierten Mächte, die Mitglieder der am 18. Mai 1907 abgeänderten Berner Konvention vom 15. Mai 1886 sind, einzustellen, ohne die Wirkung der durchgehenden Bremse zu hindern, die in den ersten zehn Jahren seit Inkraftreten des gegenwärtigen Vertrages in jenen Ländern etwa eingeführt wird;

2. die Wagen dieser Mächte in alle Güterzüge einzustellen, die auf den deutschen Strecken verkehren.

Das rollende Material der alliierten und assoziierten Mächte erfährt hinsichtlich der Ablösung, Unterhaltung und Instandsetzung auf den deutschen Strecken dieselbe Behandlung wie das deutsche.

Das Kunze-Knorr-Steuer-Ventil für Güterzüge ist also in Bezug auf das Anziehen der Bremse identisch mit dem Westinghouse-Ventil L.

5. Da die beiden verglichenen Steuerventile in diesem Punkt die gleiche Wirkungsweise besitzen, ist auch bei beiden kein mechanischer Teil an den Leitungswagen erforderlich.

Der Unterschied in der Wirkungsweise der beiden Bremsen liegt allein in der Möglichkeit, bei der Kunze-Knorr-Bremse die Bremswirkung auch stufenweise zu ermäfsigen, eine Möglichkeit, die für lange, steile Gefälle unbedingt gefordert werden mufs. Das in dem Pariser Beschlufs bei Verwendung der Westinghouse-Güterzug-Bremse vorgesehene Rückhaltventil ist für diese Gefälle durchaus ungenügend. Die Möglichkeit, die Bremse stufenweise zu lösen, bringt als unvermeidliche Folgeerscheinung, dass die Kunze-Knorr-Bremse erst dann vollständig gelöst wird, wenn der Druck in der Leitung auf die normale Höhe gebracht wird. Es ist dies eine Eigenschaft, die jeder Bremse unbedingt anhaften mufs, die ein abgestuftes Lösen ermöglicht. Diese Eigenschaft erhöht aber insofern wesentlich die Sicherheit gegenüber der Westinghouse-Bremse, als der Hilfsluftbehälter nach dem vollständigen Lösen der Bremse immer aufgefüllt ist und damit eine Erschöpfung der Bremse durch mehrfaches Bremsen und und Lösen vermieden wird.

Im Frühjahr 1924 findet eine Konferenz der Internationalen Eisenbahn-Union statt, wobei bezüglich der für den internationalen Güterzugverkehr zuzulassenden Druckluftbremsen wichtige Entscheidungen getroffen werden dürften. In Bremsfachkreisen besteht allgemein die Erwartung, dafs in dieser rein technischen Konferenz die anerkannte Überlegenheit der Kunze-Knorrbremse gegenüber allen bestehenden Bremssystemen zur Geltung kommen und diese Bremse in erster Linie zur internationalen Einführung zugelassen werde.

Was die Einführung der durchgehenden Güterzugbremse bei den Schweizerischen Eisenbahnen anbelangt, so ist durch die eingangs erwähnten Pariser Beschlüsse eine Abklärung in dem Sinne erfolgt, dafs die Schweiz ohne weiteres berechtigt sein wird, die für ihre Verhältnisse zweifellos am besten geeignete, d. h. die schon in verschiedenen Staaten eingeführte, mit Westinghouse anstandslos zusammenarbeitende »Kunze-Knorr-Bremse, ebenfalls zu wählen.

Untersuchung über Lagermetalle für den Eisenbahnbetrieb.

Von Ing. **J. Karafiat.**

Zu Lagermetallen für den Eisenbahnbetrieb eignen sich nach Künzel Legierungen, die aus einem Legierungsgerippe bestehen, dessen Härte fast gleich sein soll der Härte der gelagerten Achse und das bezüglich seiner Druckfestigkeit den im praktischen Betrieb auftretenden Drücken und Stöfsen widersteht. Das Legierungsskelett soll eingelagert sein in eine weichere Grundmasse von ausreichender Plastizität. Das mikroskopische Gefüge der Lagermetalle mufs daher aus harten Kristallen bestehen, die in eine plastische Grundmasse eingebettet sind.

Die Blei-Antimonlegierungen entsprechen den an das Gefüge gestellten Anforderungen, wenn der Antimongehalt höher als 13 % ist. Dann besteht die Legierung aus erstlich ausgeschiedenen Antimonkristallen, die in eine weiche, plastische Grundmasse von 87 % Pb und 13 % Sb eingebettet sind. Die Blei-Antimonlegierungen mit höherem Antimongehalt sind jedoch sehr spröde und neigen zum Saigern. Diesen unangenehmen Eigenschaften der binären Legierungen von Blei und Antimon wirkt man dadurch entgegen, dafs man das Blei ganz oder teilweise durch Zinn ersetzt.

In diesen Zinn-Antimon-Bleilegierungen wird die weiche, plastische Grundmasse aus Blei und Sn-Sb-Mischkristallen gebildet, in die dann die Härtekörper, bestehend aus würfelförmigen Sn-Sb-Mischkristallen (δ- oder β-Kristalle) eingelagert sind. Da jedoch auch diese Sn-Sb-Mischkristalle, insbesondere bei langsamer Erstarrung, sich von der zuletzt kristallisierenden Grundmasse scheiden, fügt man dieser Legierung noch Cu bei. Das Cu scheidet sich bei der Erstarrung als erstes Erstarrungsprodukt in Form von nadelförmigen Cu_2Sb- und Cu_3Sn-Kristallen ab, die in der Masse ein Gitter bilden. Dieses Gitter verhindert dann das Entmischen der Legierung dadurch, dass es die als zweites Erstarrungsprodukt sich ausscheidenden Sn-Sb-Kristalle festhält.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, die aus Zinn, Kupfer, Antimon und Blei bestehende Legierung auf ihre Verwendbarkeit im Eisenbahnbetrieb zu untersuchen. Es wurden Legierungen erzeugt, deren Zinngehalt von 5 zu 5 % stieg. Hierbei wurde auch der optimale Kupfer- und Antimongehalt dieser Legierungen durch einige Vorversuche ermittelt. Es ergab sich, dafs im allgemeinen ein Kupfergehalt von 8 bis 10 % des Zinngehaltes das Optimum darstellt, während für Antimon der günstigste Zusatz bei Lagermetallen bis 20 % Zinn bei 16 %, von 20 bis 50 % Zinn bei 14 % und über 50 % Zinn bei 13 % Antimon liegt.

Diese Untersuchungen erstreckten sich in erster Linie auf die Bestimmung der Härte (nach Brinell), der Druckfestigkeit und Stauchfähigkeit. Die Ergebnisse der Prüfung sind im Kurvenblatt Textabb. 1 eingetragen.

Die Härte — durch die strichlierte Kurve — und die Druckfestigkeit — durch die vollausgezogene Kurve dargestellt — zeigen im Gebiete II eine auffallende Erniedrigung. Die Begründung dieser Erscheinung ergibt die mikrographische Untersuchung: Im Gefüge der Legierungen des Gebietes II (also mit 18 bis 52 % Zinn) treten zwei Grundmassen, in den Gebieten I und III nur je eine Grundmasse auf. Da die Grundmassen den weichen und nicht druckfesten Bestandteil der Legierung bilden, ist die vorgenannte Erscheinung verständlich.

Aufserdem wurde festgestellt, dafs Legierungen mit einem Zinngehalt bis 15 % eine sehr niedrige Elastizitätsgrenze haben — schon bei Belastung von 200 bis 300 kg auf den qcm treten bleibende Formänderungen auf, die durch Mikrometer feststellbar sind.

Nach den bereits vorliegenden Erfahrungen des Eisenbahnbetriebes können für die Lager von Lokomotiven und Personenwagen nur Legierungen in Frage kommen, deren Druckfestigkeit nicht unter 1500 kg/qcm bei einer Stauchfähigkeit von mindestens 14 % ist. Nur Lagermetalle mit der eben genannten Druckfestigkeit, einer Elastizitätsgrenze (durch Mikrometer feststellbar) von nicht unter 500 kg/qcm und von mindestens 30 ° Brinellhärte sind für den Eisenbahnbetrieb (Lokomotiven und Personenwagen) geeignet. Auf Grund der vorliegenden Versuche und der theoretischen Erwägungen begrenzte sich daher das Versuchsfeld auf die Lagermetalle mit über 55 % Sn. Dann wurden der Prüfung noch Speziallagermetalle, die unter den verschiedensten Namen in den Handel gebracht werden, wie Thermit, Turbo-Squirrel, Lurgi, unterzogen. Die Untersuchung mufste sich mit Rücksicht auf die gedachte Verwendung auf die Härte auch bei den verschiedenen Temperaturen und den Einflufs der Feuchtigkeit erstrecken. Die gefundenen Ergebnisse der Druckproben sind in Textabb. 2 graphisch dargestellt.

Wie aus dem Diagramm zu entnehmen ist, eignen sich zum Einbauen in Lokomotiven und Personenwagen (also für

hohe Beanspruchungen) nur Lagermetalle von 75 % Zinn aufwärts und Turbo-Squirrel, während Lurgi und Thermit wegen zu niedriger Festigkeit und Elastizitätsgrenze*) für diese Zwecke nicht geeignet erscheinen. Lurgi ist überdies sehr empfindlich gegen Feuchtigkeit.

Für alle diese Proben des Laboratoriums und des Betriebes war die Behandlung des Metalles und der Formen eine sachgemäfse und richtige. Die Vorschriften für den Vergufs der Speziallegierungen wurden sorgfältigst eingehalten. Das Schmelzen erfolgte in Kesseln mit möglichst geringer Badoberfläche unter einer Decke von trockener Holzkohle im allgemeinen bei 450 bis 500°. Das nicht überhitzte Metall wurde in saubere, vorgewärmte, verzinnte Formen gegossen und ohne Erschütterung erstarren gelassen.

Abb. 1.

Leider sind nicht immer alle Voraussetzungen zum richtigen Ausgiefsen der Lagerschalen erfüllt. Selbst nach ausgiebiger Unterweisung des Arbeitspersonals haben bei den empfindlichen Metallen wie Lurgi und Thermit die Ergebnisse des Normalbetriebes nicht die Resultate der unter strenger Aufsicht und Kontrolle durchgeführten Betriebsversuche erreicht.

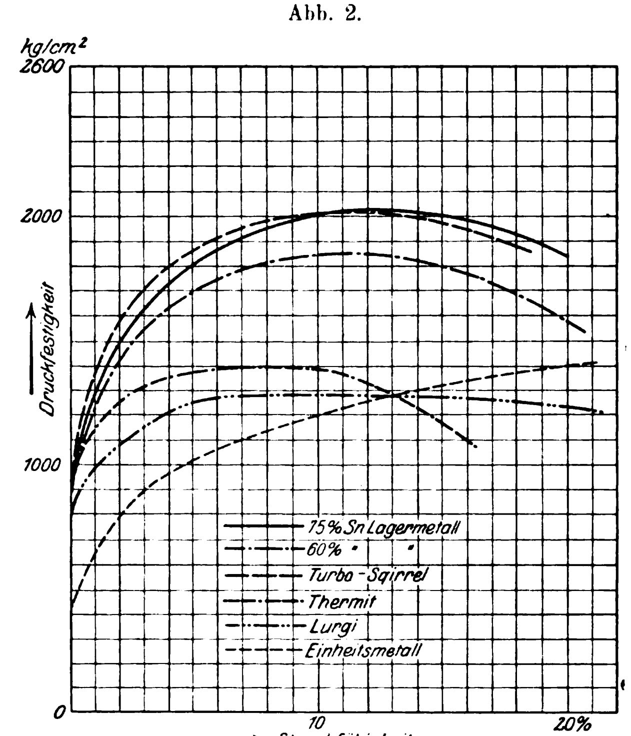
Wurden die wegen eines Fehlers ausgebauten Lagerschalen untersucht, so ergab sich bei Thermit und Lurgi in den meisten Fällen, dafs die Giefsvorschriften nicht genauest eingehalten worden waren. Der Verfasser gewann daher die Überzeugung, dafs es für den laufenden Betrieb nicht zu empfehlen ist, Lagermetalle zu verwenden, deren Giefsvorschriften sehr eng begrenzt sind, da deren Einhaltung praktisch nur sehr schwer zu erreichen ist. Für den Dauerbetrieb der Eisenbahnen eignen sich eben nur Lagermetalle, deren betriebstechnische Giefsvorschriften einen genügenden Spielraum besitzen, wie die hochprozentigen Lagermetalle und Turbo-Squirrel.

*) Nach den Versuchen des Eisenbahnzentralamtes sowie des Staatlichen Materialprüfungsamtes in Lichterfelde liegt die Druckfestigkeit des Lurgimetalles wesentlich höher als in den obigen Schaubildern angegeben; die zu niedrigen Werte der Schaubilder dürften wohl davon herrühren, dafs, wie aus dem Aufsatz hervorgeht, bei 450—500° geschmolzen wurde, wobei sich dieses Metall bereits enthärtet. Die richtige Giefstemperatur liegt zwischen 410 und 440°. Die Schriftleitung.

Bei der Wiederverwendung von Spänen, Abfällen, Bruchstücken hat sich gezeigt, dafs nur die hochprozentigen Lagermetalle und Turbo-Squirrel Lagerschalen liefern, deren physikalische Eigenschaften denen des neuen Metalles gleichwertig sind, während die minderwertigen Metalle bei öfterem Umschmelzen wesentliche Änderungen der Zusammensetzung und damit der Eigenschaften erleiden.

Eine Vermischung von Spänen, Abfällen und dergleichen von Thermit, Lurgi, minderwertigem Zinnweifsmetall untereinander, ja selbst mit hochwertigem Zinnweifsmetall oder Turbo-Squirrel ergab stets eine vollkommen unbrauchbare Legierung. Dagegen konnte Turbo-Squirrel mit hochprozentigem Zinnlagermetall vermengt werden, ohne dafs nachteilige Wirkungen eintraten.

Abb. 2.



Zusammenfassung.

Im Dauerbetrieb der Eisenbahnen für Lokomotiven und Personenwagen eignen sich nur die hochprozentigen Zinnlagermetalle und Turbo-Squirrel. Diese Metalle sind genügend hart, druckfest und plastisch. Ihre Giefseigenschaften gestatten, dafs das Personal die Giefsvorschriften leicht einhalten kann.

Beim Umschmelzen von Bruchstücken, Spänen und Abfällen erfahren die genannten Metalle keine Änderung ihrer Eigenschaften. Auch das Vermischen von hochprozentigem Zinnlagermetall und Turbo-Squirrel hat keinerlei Nachteile gezeigt.

Persönliches.

Direktor Dr. Ing. e. h. Kittel.

Mit dem 31. Januar d. J. ist der Vorstand der Maschinenabteilung der Reichsbahndirektion Stuttgart, Herr Direktor Dr. Ing. Kittel in den Ruhestand getreten.

Nach Absolvierung der Technischen Hochschule in Stuttgart hat Direktor Kittel in über 40jähriger ununterbrochener Tätigkeit, beginnend mit dem »Ingenieurpraktikanten« bei der Eisenbahnwerkstätte Rottweil im Jahre 1883, sämtliche Stellen des maschinentechnischen Dienstes der vorm. Württembergischen, jetzt Deutschen Reichsbahnverwaltung durchlaufen. Das Ergebnis dieser gründlichen Durchbildung war die bedeutsame Entwicklung des Eisenbahnfahrzeugbaus in Württemberg, die, s. Zt. von Oberbaurat Klose eingeleitet, unter Direktor Kittel als maschinentechnischem Oberingenieur seit 1895 eine zielbewufste, stetige Weiterbildung erfuhr. Als bedeutungsvollste Frucht sei hier nur auf die schweren Güterzuglokomotiven mit 5 und 7 Achsen, heute die leistungsfähigste Bauart in Europa, auf die sechsachsigen Vierzylinder-Schnellzuglokomotiven Type C hingewiesen, die nicht nur durch ihre Leistung, sondern ebensosehr durch ihre Wirtschaftlichkeit und Formschönheit Musterausführungen sind. Für Kleinbetrieb wurde unter Kittels ausschlaggebender Mitarbeit eine eigene Dampfwagenbauart entwickelt, und im

Personenwagenbau erfreuen sich die neuen zweiachsigen, paarweise gekuppelten Vorortwagen allgemeiner Beliebtheit und auch aufserhalb der engeren Heimat verdienter Anerkennung.

Daneben war Direktor Kittel als Vertreter der Eisenbahnverwaltung in Stuttgart Mitglied und Vorsitzender einer Reihe von Fachausschüssen, wie dem für Lokomotiven, für Personen-, Post- und Gepäckwagen, für Werkstättenangelegenheiten und, seit dessen Bestehen, des Deutschen Güterwagenausschusses, an dessen Gründung er hervorragenden und erfolgreichen Anteil genommen hat. An den Arbeiten der Ausschüsse für technische Angelegenheiten des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, sowie bei der Aufstellung von Bestimmungen über die »technische Einheit« im Eisenbahnwesen, die im internationalen Verkehr mafsgebend sind, war er hervorragend beteiligt. Von der ehemaligen Gotthardbahn wurde er bei ihrem Übergang an die Schweizer Bundesbahnen als Sachverständiger für die Bewertung des Fahrzeugparks bestellt. Endlich ist er Mitglied des Preisausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

In den wichtigsten Fachzeitschriften des Eisenbahnwesens ist Direktor Kittel ständiger Mitarbeiter und hat sich insbesondere um das »Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens« grofse Verdienste erworben. Auch als geschätzter Lehrer betätigte er sich, indem er den Lehrstuhl für Eisenbahnmaschinenwesen an der techn. Hochschule Stuttgart mehrere Jahre neben seinem Hauptberufe versah.

Anerkannt wurde diese vielseitige und erspriefsliche Tätigkeit durch eine — abgelehnte — Berufung in das damalige Reichseisenbahnamt in Berlin als vortragender Rat, durch seine Ernennung zum aufserordentlichen Mitglied der preufsischen Akademie des Bauwesens im Jahre 1910, durch seine Abordnung in den Ausschufs des Deutschen Museums in München, durch eine Reihe hoher Ordensauszeichnungen und last not least durch die soeben erfolgte Verleihung des »Dr. Ing. ehrenhalber« seitens der technischen Hochschule in Stuttgart.

Ein vorbildlicher Beamter und hervorragender Ingenieur scheidet mit Herrn Direktor Dr. Ing. Kittel aus dem Dienste der Deutschen Reichsbahn und insbesondere aus dem Kreise der Reichsbahndirektion Stuttgart aus. Er wird als aufrechter, gerader Mann von stärkstem Gerechtigkeits- und Verantwortungsgefühl, als treuer Berater und Fürsorger seiner Beamten bei Allen in unvergefslicher Erinnerung bleiben.

Ministerialrat Wilhelm Staby,

der Referent für das Werkstätte- und Stoffwesen bei der Zweigstelle Bayern des Reichsverkehrsministeriums ist ab 1. Februar 1924 infolge der Verordnung über den Beamtenabbau aus dem Dienste ausgeschieden.

Ministerialrat Staby wurde am 7. Mai 1859 als Sohn eines Gutsbesitzers zu Bönen in Westfalen geboren und studierte nach Abschlufs der Mittelschule das Maschinenbaufach an der Technischen Hochschule Berlin. Nach Ablegung der Regierungsbaumeisterprüfung im Jahre 1888 wurde er zunächst an die Eisenbahndirektion Erfurt und dann in den Bezirk der Eisenbahndirektion Köln berufen und hauptsächlich mit Werkstätteneubauten beschäftigt, so insbesondere beim Bau der Hauptwerkstätte Oppum.

Im Jahre 1896 übertrug ihm die Aktiengesellschaft der Pfälzischen Eisenbahnen die Stelle des maschinentechnischen Oberbeamten der Direktion in Ludwigshafen, die ihm ein reiches Feld der Betätigung bot. Von den technischen Fragen beschäftigte ihn u. a. besonders die Frage der Triebwagen mit elektrischen Sammlern, der Rauchverminderung bei Lokomotiven, der Absaugeeinrichtungen für Wagenreinigung, der Dampfheizung der Züge, vor allem aber diejenige der durchgehenden Bremse für Güterzüge. Den Problemen einer durchgehenden Bremse für Güterzüge wandte er sein Hauptaugenmerk zu und trat hiewegen im Jahre 1902 erstmals mit Vorschlägen im Organe f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens an die Öffentlichkeit. Auf seine Veranlassung hin stellten die Pfälzischen Eisenbahnen beim Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen den Antrag auf Prüfung dieser Frage, zu deren Verfolgung dann ein Unterausschufs gebildet wurde. Als dessen Vorsitzender wurde Staby bestellt und konnte hier eine langjährige, arbeits- und erfolgreiche Tätigkeit entwickeln. Die eingehende Beschäftigung mit Bremsfragen hatte auch seine Mitarbeit für den Abschnitt »Bremsen« des Sammelwerkes »Eisenbahntechnik der Gegenwart« zur Folge.

Bei der Verstaatlichung der Pfälzischen Eisenbahnen 1909 wurde er als Oberregierungsrat in den bayerischen Staatsdienst übernommen. Als Referent für das Werkstättewesen war ihm beim Neubau der Hauptwerkstätte Kaiserslautern Gelegenheit gegeben, seine reichen Erfahrungen auf diesem Gebiete nutzbringend zu verwerten. Die Jahre des Krieges und der Nachkriegszeit stellten ihn, der inzwischen auch zum Stellvertreter des Direktionspräsidenten berufen worden war, vor viele schwere Aufgaben, die er aber dank seiner Kenntnisse und Erfahrungen meistern konnte. Ein in seiner Eigenschaft als Präsidenten-Stellvertreter erhobener Einspruch gegen eine unberechtigte Requisition der Besatzungsmacht führte im Jahre 1920 zu seiner Absetzung durch diese. Zu erwähnen ist jedoch hierbei, dass in dem Absetzungsdekret der Rheinlandkommission seine besondere persönliche Tüchtigkeit ausdrücklich anerkannt wurde. Nach seiner Absetzung in Ludwigshafen wurde ihm die Stelle des Werkstätte- und Stoffreferenten bei der Zweigstelle Bayern des Reichsverkehrsministeriums übertragen. Hier widmete er sich besonders den neuzeitlichen Aufgaben der wissenschaftlichen Betriebsführung durch Umgestaltung des Werkstättewesens in Hinsicht auf die Sonderung der Arbeit, Schaffung einheitlicher Werkleitungen, Verbesserung der Löhnungsverfahren und die wirtschaftliche Fertigung. Den Erfolg konnte er auf der betriebstechnischen Wanderausstellung des Vereins deutscher Ingenieure vorweisen, an der sich die Zweigstelle Bayern in besonderem Mafse beteiligte.

Auch das Verkehrsmuseum in Nürnberg fand durch seine unermüdliche Schürfarbeit eine wesentliche Förderung. Überhaupt nahm er neben seiner eigentlichen Facharbeit lebhaften Anteil an allen Fragen der Technik. Er war Vorsitzender und langjähriges Vorstandsmitglied des Mannheimer Bezirksvereins Deutscher Ingenieure. Seine Verdienste veranlafsten den Hauptverein, ihn für eine Wahlperiode zum 2. Vorsitzenden des Vereins Deutscher Ingenieure zu wählen. Im Jahre 1923 wurde er zum auswärtigen Mitgliede der preufsischen Akademie des Bauwesens ernannt.

Die Reichsbahn, insbesondere die Zweigstelle Bayern, erleidet durch das Ausscheiden des Ministerialrates Staby, der durch die in ihm aufgespeicherten Erfahrungen auf allen Gebieten der Maschinentechnik im Eisenbahnwesen und seine Fähigkeit auch neuauftretende Fragen mit Zähigkeit durchzuarbeiten, eine starke Stütze war, einen empfindlichen Verlust und wird seiner erspriefslichen Mitarbeit dauernd gedenken.

* * *

Direktor Dr. Ing. Kittel wie Ministerialrat Staby gehörten als Vorsitzender bzw. stellvertr. Vorsitzender dem »Fachblattausschufs« des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen an, dessen Aufsicht und Fürsorge das »Organ« unterstellt ist, ebenso dem zur Unterstützung der Schriftleitung gebildeten Beirat.

Die Schriftleitung gedenkt mit Dank der die Entwicklung des »Organs« fördernden Tätigkeit beider Männer und bedauert, dafs mit dem Ausscheiden aus dem Dienste auch die Mitgliedschaft im Fachblattausschufs und im Beirat erloschen ist.

Die Schriftleitung.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die französischen Eisenbahnen im Jahre 1922.

(Engineering 1923, Nr. 3024 1v. 4. Dez., S. 748.)

Bei den der Hauptsache nach aus 6 großen Netzen bestehenden französischen Bahnen haben im Jahre 1922 die Ausgaben die Einnahmen um einen Betrag von 1150 Millionen Fr. überschritten. Gegenüber dem Jahre 1920 mit einem Fehlbetrag von etwa 3000 Millionen Fr. ist demnach eine erhebliche Besserung eingetreten.

Über Streckenlänge und Zahl der Lokomotiven können der Quelle nebenstehende Angaben entnommen werden.

Über die französische Nordbahn fehlen die entsprechenden Zahlenangaben.

	Streckenlänge Ende 1922	Zahl d. Lokomotiven Ende 1922
Paris-Lyon-Mittelm.-Bahn	9781 km in Europa 1075 „ „ Algier	4995
Französische Ostbahn . .	5027 „	2465
Paris-Orléans-Bahn . . .	7795 „	2405
Französische Südbahn . .	4094 „	nicht angegeben
Französische Staatsbahn .	9011 „	3745

Pfl.

Bahnhöfe nebst Ausstattung, Lokomotivbehandlungsanlagen.

Neuer Stückgutbahnhof in Chicago.

(Aus „Proceedings of the American Society of Civil Engineers“.)

Die Pennsylvania-Eisenbahn hat die Stückgut-Ladeanlagen in Chicago, die bis jetzt an verschiedenen Stellen der Stadt verstreut lagen, zu einer großen einheitlichen Anlage zusammengefaßt, deren hervorstechendste Eigenart darin besteht, daß das ganze Ladegeschäft in einer mehrgeschossigen, großen Ladehalle abgewickelt wird. Die eigentliche Ladeanlage ist zweigeschossig, und zwar liegen die Gleise ungefähr in Geländehöhe, die Ladestraßen aber 5,13 m über SO. Auf diese Art ist der beschränkte Platz besser ausgenutzt, als wenn Gleise und Straßen in gleicher Höhe lägen. Nach dem ersten Plan sollten die Straßen quer zu den Gleisen und in Geländehöhe unter den Hochgleisen liegen. Die Ausführung scheiterte aber am Widerspruch der Stadtbehörde, und die nunmehr gewählte Bauart ist auch deshalb vorzuziehen, weil die benachbarten öffentlichen Straßen ebenfalls über die Gleise überführt sind.

Im Erdgeschoß des Gebäudes, das eine Grundfläche von 229×128 m bedeckt, liegen 19 Gleise, die 357 Wagen aufnehmen können, mit Ladesteigen von 1,7 m bis 8,5 m Breite dazwischen. Im Obergeschoß führt eine 23,2 m breite Ladestraße durch die Mitte, die durch eine mittlere Säulenreihe in zwei 11,6 m breite Streifen zerlegt ist Die Säulenreihe bildet zugleich die Trennung zwischen der 52,9 m breiten Empfangs- und der 30,5 m breiten Versandanlage. Zwei weitere Ladestraßen führen an den Außenkanten entlang. Die Ladestraßen münden an beiden Enden in öffentliche Querstraßen aus. Über den Ladestraßen liegen noch drei Geschosse, die als Lagerräume benutzt werden. Auf die architektonische Ausgestaltung wurde wegen der Lage im Innern der Stadt besonderer Wert gelegt, und so krönt denn ein Uhrturm das Gebäude, der sich 58 m über Straßenhöhe und 43,6 m über das Dach des Gebäudes erhebt; er enthält acht Geschosse, von denen drei Archivräume enthalten. Darüber steht ein etwa 190 cbm enthaltender Wasserbehälter der Feuerlöschanlage.

Der Verkehr zwischen den verschiedenen Geschossen wird durch eine große Anzahl von Aufzügen von 3 und 5 t Tragfähigkeit und verschiedener Plattformgröße vermittelt. Je ein 10 t-Aufzug ist zur Beförderung von Kraftwagen vorgesehen. Abgesehen von den Kraftwagen können die Aufzüge keine Lasten zwischen den Lagerräumen und dem Gleisgeschoß befördern; dadurch soll verhütet werden, daß Güter aus den Lagerräumen in die Eisenbahnwagen verladen werden, ohne vorher ordnungsmäßig abgefertigt zu sein, was im Straßengeschoß erledigt wird.

Der Betrieb des neuen Bahnhofs war ursprünglich so gedacht, daß er nur dem Versand und Empfang dienen sollte; Übergangsverkehr sollte ausgeschlossen sein, für diesen sollte eine besondere Anlage an anderer Stelle geschaffen werden. Infolgedessen hielt man breite Plattformen zwischen den Gleisen zum Stapeln der Güter für entbehrlich. Der Bau der Umladeanlage hat sich aber nicht ermöglichen lassen und so muß denn neben Empfang und Versand auch der Überladeverkehr hier abgewickelt werden. Hierdurch ergeben sich, da die Anlage nicht zu diesem Zwecke geschaffen worden ist, manche Schwierigkeiten. Zur Bewegung der Frachtstücke auf den Ladesteigen dienten ursprünglich zweirädrige Karren und vierrädrige Wagen wurden nur aushilfsweise versucht. Neuerdings ist man zum ausschließlichen Gebrauch von zweiachsigen Wagen übergegangen, die, zu Zügen zusammengestellt, von Elektrokarren gezogen werden.

Das Straßengeschoß steht durch Aufzüge auch mit der Chicagoer Tunnelbahn in Verbindung, die bekanntlich ausschließlich dem Güterverkehr dient und unmittelbar in die Keller der großen Geschäftshäuser führt. Es ist die Ansicht ausgesprochen worden, daß es falsch ist, die Güter, die zwischen Tunnelbahn und Eisenbahn übergehen, erst in das Obergeschoß zu heben, doch geschieht dies, um den Verkehr mit ihnen richtig überwachen zu können, da, wie schon erwähnt, alle Abfertigungsarbeiten im Obergeschoß vorgenommen werden.

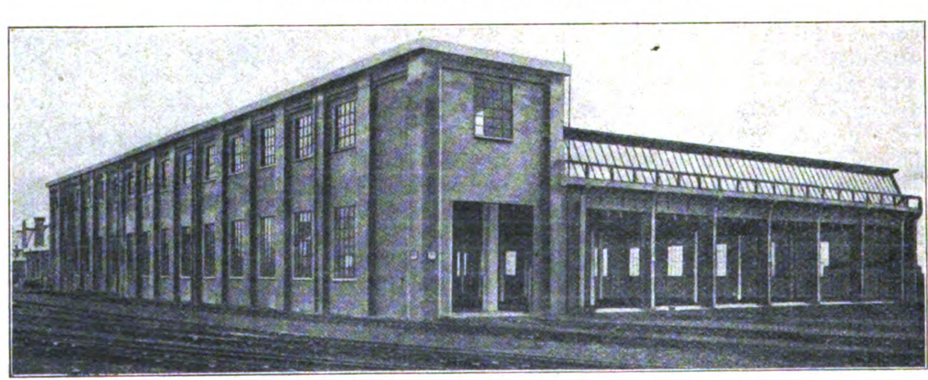
Wernekke.

Maschinenhaus aus Eisenbeton in Feltham.

(Railway Age 1924, 1. Halbj. Nr. 5.)

Die englische Südbahn hat kürzlich eine neue Lokomotivwechselstation in Feltham errichtet, deren Maschinenhaus nach der Quelle das erste in England aus Eisenbeton erbaute Maschinenhaus ist Der Verschiebebahnhof Feltham wurde 1921 in Betrieb genommen und zunächst von der Maschinenstation Strawberry Hill aus bedient. Zur Vermeidung der vielen Leerläufe über die 19,3 km lange Zwischenstrecke wurde nun auch ein neues Maschinenhaus in Feltham errichtet und der ganze Betrieb unter Übersiedelung des gesamten Personals nach Feltham verlegt.

Maschinenhaus aus Eisenbeton in Feltham.



Das Maschinenhaus für 42 Lokomotiven schließt sich dicht an die Ablaufanlage an und ist von dort auf 3 Wagen erreichbar. Es ist rechtwinklig erbaut mit Zufahrt durch Weichen von beiden Schmalseiten her. Die elektrisch betriebene Drehscheibe ist in einiger Entfernung eingebaut. Als Zubehör sind noch ein Wasserhaus für 525 cbm Wasservorrat und eine Bekohlungsanlage mit einem Behälter für 200 t Kohle vorhanden. Das Kohlenlager kann etwa 8000 t fassen.

Nicht nur Wände und Dach des Maschinenhauses sind aus Eisenbeton hergestellt, sondern auch die Glasträger der Deckenfenster, die Traufen, Dachrinnen und Regenwasserrohre sind aus Eisenbeton.

Nur in den Abteilungen der Dienstzimmer ist Holz verwendet. Das Gebäude ist 144,8 m lang und 38,1 m breit, die lichte Höhe von Schiene bis Unterkante der Dachträger beträgt 4,47 m, die Höhe der Rauchfangunterkante 4,29 m.

Das Dach ist sägezahnartig gebildet aus 19 Abteilungen; die Fenster befinden sich in der steiler gestellten Nordostwand jeder Abteilung. Die Seitenwände des Gebäudes sind reichlich mit Fenstern versehen, so dafs eine gute Tagesbeleuchtung erreicht wurde.

An der Südostseite des Gebäudes liegen die verschiedenen Dienstzimmer, zu denen auch ein Unterrichtsraum gehört; ferner eine neuzeitlich eingerichtete Werkstätte von 15,2×4,6 m. An die Werkstätte, nur durch eine Schiebetüre davon getrennt, schliefst sich ein Lokomotivausbesserungsstand von 61 m Länge und 6,7 m Breite an; die Höhe von 10 m bietet genügend Raum für Unterbringung eines 50 t-Laufkrans, der das ganze Feld von 61 m Länge bestreichen kann. Das Ausbesserungsgleis ist nur von einem Ende des Hauses her zugänglich. Die 6 Betriebsgleise können von beiden Seiten aus befahren werden. Über jedem Betriebsgleis ist ein Rauchkanal angebracht, von dem der Rauch durch Rohre, die das Dach durchsetzen, abgeleitet wird. Rauchkanal und Rauchrohre sind aus Beton. Zwei Gleise sind als Waschgleise bestimmt und mit dem erforderlichen Zubehör, darunter 13 Wasseranschlüssen, ausgerüstet. Die übrigen 4 Gleise dienen dem eigentlichen Betrieb, obwohl auch dort mit Hilfe von 14 Wasseranschlüssen Kesselwaschungen vorgenommen werden können. Wasserkräne sind in reichlicher Zahl vorgesehen.

Das in der Nähe befindliche Wasserhaus ist ebenfalls vollständig aus Eisenbeton über einer Grundfläche von 25,75×10,44 m erbaut. Das Erdgeschofs und das erste Obergeschofs können als Aufenthalts- und Schlafräume für die Bediensteten dienen. Das zweite Obergeschofs enthält Rohrleitungen und darüber sind die Wasserbehälter aufgestellt.

Die Gesellschaft hat auch die Erbauung von 128 Wohnhäusern für das Personal in der Nähe des Bahnhofs ins Auge gefafst. Pfl.

Lokomotiven und Wagen.

2 C-h 2 Schnellzuglokomotive der Ungarischen Staatsbahn.

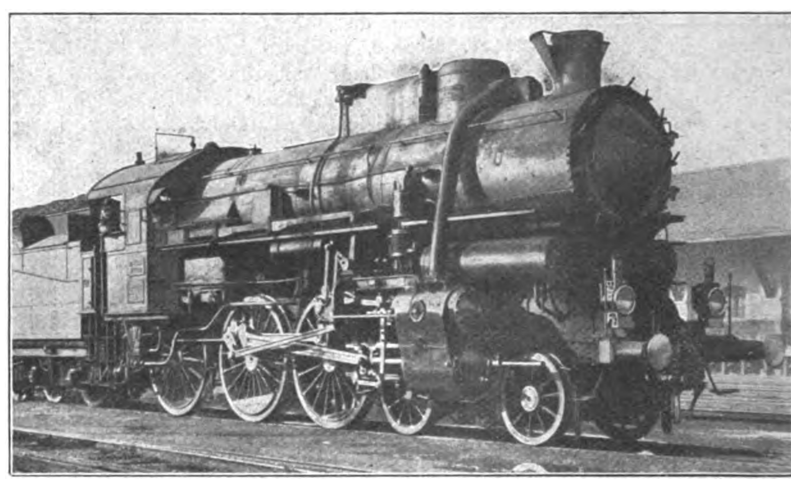
(„Die Lokomotive“ 1924, Nr. 1.)

Die Ungarische Staatsbahn hat schon seit dem Jahr 1892 verschiedene Bauarten von 2 C-Lokomotiven beschafft. Die in Frage stehende Lokomotive stellt deren letzte Entwicklungsstufe vor. Sie ist 1916 von der Ungarischen Staatsbahndirektion und der ungarischen Staatsmaschinenfabrik entworfen worden; 58 Stück lieferte diese selbst, die übrigen 100 Stück kamen an Henschel, wurden aber erst nach Beendigung des Krieges abgeliefert. Die Lokomotive erinnert im allgemeinen Aufbau an die bekannte preufsische 2 C-Lokomotive, Klasse P 8. Der bei der Ungarischen Staatsbahn während der Kriegsjahre nahezu ausschliefslich gebräuchliche Brotan-Kessel mufste indessen wesentlich höher gelegt werden als bei jener. Trotz einer Höhe der Kesselmitte von 3150 mm war sogar noch der Einbau von Radkästen innerhalb der Feuerbüchse notwendig. Der Rost liegt wagrecht; die Mittelentfernung der Brotan-Grundrohre beträgt 1884 mm, ihre Länge 2240 mm. 44 seitliche Wasserrohre münden in den Oberkessel. Der Langkessel besteht aus drei nach vorn sich erweiternden Schüssen. Die Einströmrohre beginnen in einem Kreuzstutzen, der auf den Überhitzerkasten aufgesetzt ist, und liegen aufserhalb der Rauchkammer. Auf dem Langkessel liegt hinter dem Dampfdom ein Speisewasserreiniger, Bauart Pecz-Rejtö*), mit nach hinten ausziehbarem Einsatz Die Hauptrahmenplatten sind 28 mm, die Drehgestellrahmenplatten 25 mm stark. Der Drehzapfen ist um 40 mm aus der Mitte nach hinten verschoben. Die Tragfedern der Kuppelachsen sind untereinander durch Ausgleichhebel verbunden. Zur Schmierung der Schieber mit innerer Einströmung und der Kolben dient eine Friedmann-Pumpe mit 8 Ausläufen. Weiter sind von der Ausrüstung noch zu erwähnen zwei Strahlpumpen von Friedmann und eine Knorr-Speisewasserpumpe für 250 l/Min. Förderleistung, die das Wasser durch den vorn oberhalb der Zylinder beiderseitig angeordneten zweiteiligen Vorwärmer der Bauart der Eigentumsbahn drückt. Die Druckluftbremse nach Westinghouse wirkt einklötzig von vorn auf die Kuppelräder, das Drehgestell ist ungebremst. Die Höchstgeschwindigkeit ist zu 100 km/Std. festgelegt. Die Textabb. zeigt die Lokomotive in Ansicht. Der vierachsige Tender bietet nichts besonderes.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Kesselüberdruck p	12 at
Zylinderdurchmesser d	570 mm
Kolbenhub h	650 „
Kesseldurchmesser innen, vorn	1610 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	3150 „
Heizrohre, Anzahl	120
„ , Durchmesser	46,5/52 „
Rauchrohre, Anzahl	24
„ , Durchmesser	125/133 „
Rohrlänge	5000 „
Wasserberührte Heizfläche der Feuerbüchse	16,2 qm
Wasserberührte Heizfläche der Rohre	148,5 qm
„ „ des Überhitzers	45,2 „
„ „ im Ganzen H	209,9 „
Rostfläche R	3,25 „
Durchmesser der Treibräder D	1826 mm
„ „ Laufräder	1040 „
Fester Achsstand (Achsstand der Kuppelachsen)	4100 „
Achsstand des Drehgestells	2200 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	7940 „
„ „ „ „ einschl. Tender	15680 „
Reibungsgewicht G_1	42,7 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	69,4 „
Leergewicht der Lokomotive	63,2 „

2 C-h 2 Schnellzuglokomotive der Ungarischen Staatsbahn.



Dienstgewicht des Tenders	51,0 t
Leergewicht des Tenders	22,0 „
Vorrat an Wasser	20,0 cbm
Vorrat an Brennstoff	9,0 t
Zugkraft $Z = 0{,}5 . p \; (d^{cm})^2 . h : D =$	6950 kg
Verhältnis H : R =	64,5
„ H : G =	3,0 qm/t
„ H : G_1 =	4,9 „
„ Z : H =	33 kg/qm
„ Z : G =	100 kg/t
„ Z : G_1 =	163 „

R. D.

*) Organ 1923, S. 190.

Vom französischen Lokomotivbau.

(Verkehrstechnische Woche).

Der Lokomotiv-Oberingenieur der „Orléansbahn“ de Boysson hat der Hauptversammlung einer internationalen Vereinigung zur Klärung der Brennstoffrage eine Abhandlung über den Stand des französischen Lokomotivbaues vorgelegt. Bemerkenswert erscheint darin, dafs man in Frankreich trotz der Vorteile der Heifsdampf-

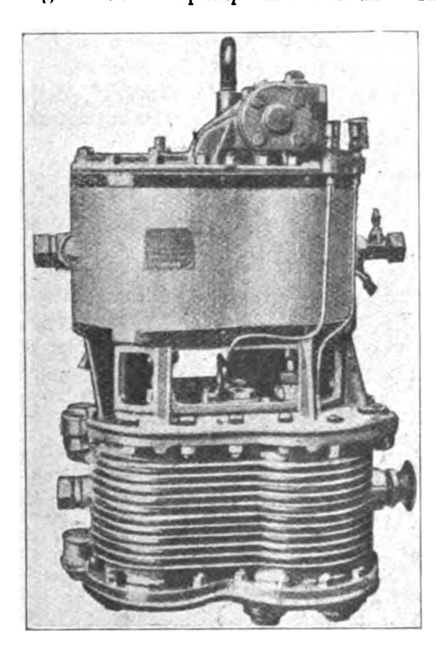
verbundlokomotive mit vier Zylindern doch dazu neigt, zur einfachen Dampfdehnung mit Überhitzung und zwei Zylindern zurückzukehren, weil die Unterhaltung dieser Lokomotiven weniger Kosten erfordert und auch ihre Bedienung im Betrieb einfacher ist. Die Vorwärmung des Speisewassers, die schon vor dem Kriege erprobt wurde, ist bei etwas über 100 Lokomotiven eingeführt. Feuerbrücken werden allgemein verwendet; man will eine Kohlenersparnis von 3 bis 4% damit festgestellt haben, abgesehen von dem Vorteil der Schonung der Rohrwand. Kipproste sind allgemein verbreitet, die meisten neueren Lokomotiven haben auch Rüttelroste. Dadurch soll die Verwendung minderwertiger Kohlensorten erleichtert werden. Über schlechte Kohlen und hohe Beschaffungskosten wird Klage geführt, der Aschgehalt sei von 8 auf 10% gestiegen, die Kohlenkosten machten 35 bis 40% (gegenüber 16% in früheren Zeiten) des Betriebsaufwandes aus. Dr. Ue.

Eine neue Westinghouse-Luftpumpe für Lokomotiven.

(Le Génie civil 1923, Heft 26.)

Die unwirtschaftliche Arbeitsweise der gebräuchlichen Lokomotiv-Luftpumpen hinsichtlich des Dampfverbrauchs veranlafste die Westinghousegesellschaft zum Entwurf einer neuen Bauart. Da mit der Steuerung der Pumpen ein vorzeitiger Dampfabschlufs und damit eine Expansion nicht ausführbar ist, sind bei der neuen Bauart 2 Dampfzylinder mit Verbundwirkung angeordnet. Jedem der beiden Zylinder ist ein Luftzylinder zugeordnet. Auch diese arbeiten in Verbundanordnung, wie dies ja schon länger üblich war. Die Dampfverteilung wird für Hoch- und Niederdruckzylinder gemeinsam durch den in der üblichen Weise im oberen Deckel liegenden Steuerschieber bewirkt, der seinerseits durch den vom Hochdruckkolben verstellten Hilfsschieber umgesteuert wird.

Westinghouse-Luftpumpe mit Verbundwirkung.



Versuche ergaben eine Dampfersparnis von 40% gegenüber der bisher üblichen Bauart. Die Quelle errechnet hieraus eine jährliche Kohlenersparnis von 14,6 t für die Lokomotive. Erfahrungen über die sonstige Bewährung der Pumpe liegen noch nicht vor, ebenso fehlen Angaben über den Umfang ihrer Einführung. Ro

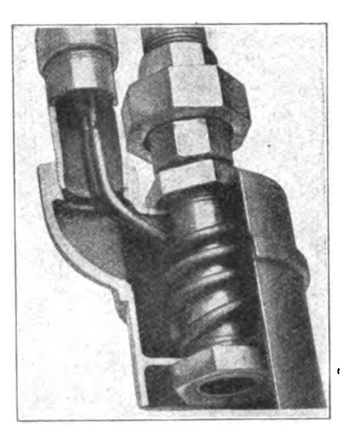
Elektrischer Sandrohrwärmer.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 5.)

Bei nassem Wetter gerät öfters Wasser in die untere Ausflufsöffnung der Sandstreurohre der Lokomotiven. Ausfliefsender Sand hängt sich dann an die nassen Wandstellen an, verengt die Ausflufsöffnung oder verstopft sie manchmal gänzlich.

Der elektrische Sandrohrwärmer bewirkt, dafs Spritzwasser an der erwärmten Rohrmündung alsbald verdampft. Die Vorrichtung (siehe Textabb.) ist an der unteren Ausflufsöffnung des Sandrohres angeschraubt. Sie besteht aus einer Art Muffe, die einen elektrischen

Elektrischer Sandrohrwärmer.



Heizkörper enthält, der in Berührung mit dem inneren Sandrohre steht. Der Zwischenraum zwischen dem Heizkörper und der Muffe ist mit Asbest ausgefüllt. Der Heizstrom für die Vorrichtung, die in zwei Gröfsen mit 64 oder 80 Watt Stromverbrauch gebaut wird, wird der auf den Lokomotiven meist vorhandenen elektrischen Beleuchtungseinrichtung entnommen. Pfl.

Anwendung gröfserer Dampfdehnung in Amerika.

(Railway Age 1923, 2. Halbj., Nr. 26.)

In Amerika ist im allgemeinen das Verhältnis der Heizfläche zum Zylinderinhalt gröfser als bei uns, d. h. es wird dort meist mit gröfseren Füllungen gefahren. Die Ursache hierfür ist wohl in dem zähen Festhalten an der Zwillingslokomotive zu suchen, die, sei es mit Rücksicht auf die Umgrenzungslinie oder aber um allzugrofse Zapfendrücke und übermäfsige Gewichte der hin- und hergehenden Massen und damit ungünstige Gegengewichtsverhältnisse zu vermeiden, dazu verleitet, den Zylinderdurchmesser kleiner zu halten als es für eine wirtschaftliche Ausnützung des Dampfes mit Anwendung starker Dehnung erforderlich wäre. Auch ein verhältnismäfsig grofser Kolbenhub kann diesen Mifsstand nicht wesentlich verbessern, weil er im Gegensatz zum Durchmesser den Zylinderinhalt nur in linearem Verhältnis beeinflufst und seiner Vergröfserung durch Umgrenzung und Kolbengeschwindigkeit Grenzen gezogen sind. Obwohl diese Tatsachen auch in Amerika bekannt sein müssen, hat man seither dennoch zu Gunsten der einfachen Zwillingsbauart dort die Wirtschaftlichkeit hintangesetzt. Aber jetzt kann man sich doch nicht mehr ganz dem allgemeinen Streben nach Erhöhung der Wirtschaftlichkeit entziehen. So hat neuerdings die New-York-Centralbahn zu Versuchen in dieser Richtung die erste Drillingslokomotive in Amerika in Dienst gestellt*). Die Quelle dagegen gibt als anderen Weg Kenntnis von Versuchen mit Lokomotiven, bei welchen das Arbeitsvermögen der Zwillingszylinder trotz der vorgenannten entgegenstehenden Bedenken durch Vergröfserung des Zylinderinhalts oder durch Erhöhung des Druckes soweit gesteigert worden ist, dafs man für alle Fälle mit Ausnahme des Anfahrens mit einer Höchstfüllung von 50% auskommen kann. Um jeder Dampfverschwendung seitens des Personals von vornherein zu begegnen, sind daher Schieber und Steuerung nur für einen gröfsten Füllungsgrad von 50% entworfen worden und lediglich für das Anfahren Hilfskanäle vorgesehen. Allerdings vergeht bei dieser Anordnung etwa eine halbe Minute bis der gewünschte Druck in den Zylindern erreicht ist und, wenn die eine Lokomotivseite gerade in Totpunktlage steht, kann das Anfahren vor einem schweren Zug wohl ebenso lange dauern. Indessen scheint dieser Fall — in Amerika — nicht häufig genug aufzutreten, als dafs man besonders grofse Rücksicht darauf nehmen müfste. Der einzige unangenehme Nachteil dürfte das gröfsere Gewicht der hin- und hergehenden Massen sein. Auch die drehenden Massen an der Treibachse werden wegen der Verstärkung der Treibstange etwas schwerer ausfallen. Dagegen sind die Kuppelstangen mit Rücksicht auf das Schleudern nach einer der Reibung entsprechenden Kraftübertragung bemessen. Wenn das Triebwerk entsprechend dem Verfahren bei europäischen Werken

*) Organ 1924, Heft 1, S. 17.

auch in Amerika sorgfältiger durchgebildet würde, so wäre diese Vergröfserung der hin- und hergehenden und der drehenden Massen wohl überhaupt zu vermeiden. Trotz der verschiedenen Schritte in dieser Richtung, die bisher bekannt geworden sind — beispielsweise Verwendung von hochwertigem Stahl für die genannten Teile — ist aber dieses Verfahren in Amerika noch nicht durchgedrungen. Die Quelle gibt deshalb an, dafs die geschilderte Verbesserung der Wirtschaftlichkeit in erster Linie für langsam fahrende Güterzuglokomotiven mit schwerer Belastung, am wenigsten jedoch für Schnellzuglokomotiven in Betracht komme, weil bei diesen gegenüber einer möglichen Brennstoff- und Wasserersparnis von 10% eine Vergröfserung der Gegengewichte um ungefähr 25% erforderlich werde. Auch die gröfsere Gleichförmigkeit der Drehkraft bei der Lokomotive mit 50% Höchstfüllungsgrad spricht für deren vorzugsweise Verwendung im Dienst vor schweren, langsam fahrenden Zügen. Sie kommt in dieser Beziehung nach den amerikanischen Angaben der Drillingslokomotive sehr nahe: Das Verhältnis des gröfsten zum kleinsten Tangentialdruck bei der Zwillingslokomotive mit erhöhter Eintrittsspannung und 50% Füllung bei $126^2/_3$% gegenüber $126^1/_4$% bei der Drillingslokomotive mit normaler Eintrittsspannung und 50% Füllung bei 158% der Zwillingslokomotive mit 90% Füllung*). Daraus folgt ein geringerer Hang zum Schleudern und gute Ausnutzung des Reibungsgewichtes. Auf dem Prüfstand in Altoona wurden vor einigen Jahren schon Vergleichsversuche zwischen einer 1 D 1-Lokomotive mit der üblichen Füllung und einer 1 E-Lokomotive mit 50% Höchstfüllung angestellt, wobei die letztere einen Gesamtwirkungsgrad von 8,1% ergab gegenüber von nur 7% der Lokomotive mit üblicher Füllung. Allgemein soll bei langsam fahrenden Lokomotiven in schwerem Dienst auf diese Weise eine Wasserersparnis bis zu einem Drittel möglich sein, die sich dann, wenn der Kessel nicht geändert wird, auch in einer Verbesserung des Kesselwirkungsgrads äufsern wird. Die Ersparnis an Kosten soll bis über 45% steigen. R. D.

Über den Umfang der Ölfeuerung bei amerikanischen Lokomotiven und ihre Vorzüge.

(Railway Age 1923, 2. Halbj., Nr. 8.)

Die Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika verbrauchten im Jahre 1922 etwa 97500000 t Steinkohle und etwa 5882000 cbm Öl für Lokomotivfeuerung. Als Hauptvorteile der Ölfeuerung von Lokomotiven werden folgende Punkte aufgeführt:

Der theoretische Heizwert des Öles ist (auf die Gewichtseinheit bezogen) etwa 1,46 mal so grofs als der Heizwert der Kohle. In der Praxis verändert sich dieses Verhältnis noch weiterhin zu Gunsten der Ölfeuerung auf 1,79. — Die Handhabung der Brennölsendungen auf den Ölfafsstellen ist erheblich einfacher als bei Kohlenladungen und erfordert weniger Verschubdienst. Verletzungen des Personals sind erheblich seltener als beim Kohlenfassen. — Die Notwendigkeit getrennter Lagerung der verschiedenen Kohlensorten entfällt bei Heizöl, da die verschiedenen Ölsorten so wenig verschieden von einander sind, dafs sie alle in einem einzigen Behälter untergebracht werden können. — Die Rauchplage kann fast ganz beseitigt werden. — Heizöl ist lagerbeständig, während manche Kohlensorten auf Lager verderben oder zur Selbstentzündung neigen. Feuersgefahr kann durch entsprechenden Bau und Lüftung der Behälter beseitigt werden. — Heizöl erfordert für gleiches Gewicht nur etwa $^2/_3$ des Lagerraumes von Kohle. Bei gleichem Rauminhalt ergibt Heizöl etwa 50% mehr Heizkraft als Kohle, wodurch sich auch längere Lokomotivfahrten für gleiches Brennstoffgewicht erreichen lassen. — Öl hinterläfst beim Verbrennen weder Schlacken noch Zunder oder Asche. Die zur Beseitigung dieser Rückstände bei Kohlenheizung erforderlichen Arbeitskräfte sind bei Ölfeuerung entbehrlich. Das Triebwerk der Lokomotiven bleibt frei von Kohlenstaub und Zunder. — Die Versorgung der Lokomotiven mit Öl erfordert weniger Vorrichtungen und ist billiger als bei Versorgung mit Kohle. — Die Kosten der Heizgeräte (Schaufeln, Kohlenbrecher etc.) entfallen. — Die Unterhaltungskosten für ölfeuernde Lokomotiven sind etwa ebenso grofs wie für kohlenfeuernde Maschinen. — Die Zeit zum Bekohlen, Entschlacken usw. auf Wendestationen wird erspart. — Verspätungen von Zügen sind bei ölfeuernden Lokomotiven seltener als bei kohlenfeuernden. — Der Verlust an Brennstoffen durch Bereitschaftsdienst der Lokomotiven entfällt, da die Ölfeuerung sehr rasch in Gang gesetzt und schnelle Steigerung des Dampfdruckes erzielt werden kann. — Die Ölfeuerung schmiegt sich den Betriebsanforderungen enger und schneller an als die Kohlenfeuerung. — Die Verdampfung wird bei Öl nicht durch Ablagerungen an den Heizflächen wie bei Kohlenfeuerung behindert. — Das Eindringen kalter Luft in die Feuerbüchse, wie es beim Nachfeuern von Kohlen eintritt, entfällt bei Öl. — Öl brennt mit geringerem Luftüberschufs und vollkommener als Kohle. Es werden daher bei der Verbrennung höhere Wärmegrade erreicht, während die Verluste durch Erhitzung überschüssiger Verbrennungsluft und unvollkommene Verbrennung vermindert werden. — Öl benötigt geringeren Verbrennungsraum als Kohle; daher werden Strahlungsverluste geringer. — Der Brennstoffverbrauch kann bei Ölfeuerung leicht und genau ermittelt werden. — Die Feuersgefahr durch Funkenauswurf der Lokomotive an den Bahnstrecken ist stark vermindert. — Der Heizer einer ölfeuernden Lokomotive kann sich fast ununterbrochen an der Streckenbeobachtung beteiligen.

Trotz dieser vielfachen Vorzüge kann jedoch die Einführung der Ölfeuerung für den gesamten Lokomotivbetrieb nicht in Betracht kommen, da die Ölerzeugung im Verhältnis zum gesamten Bedarf für alle Lokomotiven viel zu gering ist, da ferner die Öllieferung auf die Dauer nicht gesichert ist und da grofse Ölmengen auch für andere Zwecke (Schiffahrt, Ölraffination) in steigendem Mafse erforderlich sind. Zum Betrieb aller Lokomotiven der Vereinigten Staaten mit Öl wären noch weiterhin etwa 64500000 cbm erforderlich. Die gegenwärtige jährliche Gesamtölerzeugung der Vereinigten Staaten beträgt nur etwa die Hälfte dieser Menge; eine Steigerung wird wegen der befürchteten Erschöpfung der Ölfelder kaum auf die Dauer möglich sein. Es ist daher verständlich, dafs die amerikanischen Eisenbahnen nicht allgemein zur Ölfeuerung übergehen und dafs manche Eisenbahnen selbst Ölfelder erworben haben, um sich ihren Ölbedarf zu sichern. Pfl.

*) Bekanntlich ist die Ungleichmäfsigkeit der Umfangskräfte bei etwa 40% Füllung am geringsten.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Einrichtungen zum selbsttätigen Anhalten der Züge vor Haltsignalen. Bauart der Regan-Safety-Devices-Gesellschaft.

(Railway Age 1923, 2. Halbjahr, Nr. 25.)

Die Chicago, Rock Island und Pacific-Eisenbahn hat mit Genehmigung der „Interstate Commerce Commission“ (I. C. C.) auf ihrer 265 km langen Doppelbahnstrecke zwischen Blue Island (Chicago) und Rock Island Vorrichtungen zum selbsttätigen Anhalten von Zügen an Haltsignalen (automatic train control) eingebaut. Die Einrichtungen nach der Bauart der Regan-Safety-Devices werden als unterbrechende Rampenkontakte mit Geschwindigkeitskontrolle bezeichnet. Die Gleisausrüstung besteht aus einer Auflauframpe bei jedem Signal und Stromkreisen, welche die Zugausrüstung mit dem optischen Signal in Verbindung bringen. Die ganze Anlage wurde Ende November 1923 durch eine Abordnung der I. C. C. einer eingehenden Prüfung unterzogen, wobei die Strecke von 2 Gruppen von beiden Endpunkten aus bereist und jede einzelne der 240 Rampenanlagen einer Nachmessung, Prüfung der Stromkreise usw. unterworfen wurde. Ebenso wurde jede einzelne der mit den Vorrichtungen ausgerüsteten Lokomotiven (38 Personenzug- und 51 Güterzuglokomotiven) unter den verschiedenen Betriebsfällen, wie Fahrt mit unverminderter Geschwindigkeit, mit ermäfsigter Geschwindigkeit und bei Haltstellung der Signale erprobt, entsprechend der dreifachen Signalbedeutung „freie Fahrt“, „Fahrt mit Vorsicht“ und „Halt“. Für diese Proben wurden besondere Züge gefahren, bei denen auch rückwärtsfahrende Lokomotiven verwendet wurden.

Die Lokomotivausrüstung (siehe Abb. 1) besteht aus folgenden Teilen:

1. Aus einem Fliehkraft-Geschwindigkeitsregler mit elektrischen Kontaktstellen, die je nach den festgesetzten Geschwindigkeiten eingestellt werden.

2. Aus einem druckluft-elektrischen Bremsventil mit gesteuertem Luftauslafsventil und Luftspeicherkammer, welches unmittelbar in die Rohrleitung zwischen Hauptluftbehälter und Führerbremsventil eingeschaltet und durch ein Zweigrohr auch mit der Bremsleitung verbunden ist. Als Stromquelle dient ein Stromsammler auf der

Lokomotive. Wenn der Elektromagnet dieser Vorrichtung erregt ist, so ist das Auslafsventil geschlossen, während die Verbindung zwischen Hauptluftbehälter und Führerbremsventil geöffnet ist, wie bei Lokomotiven ohne die Einrichtung. Der den Elektromagnet erregende Stromkreis wird beim Befahren einer Signalauflauframpe unterbrochen, wenn ein selbsttätiges Halten des Zuges vor einem Haltsignal erfolgen mufs. Das druckluft-elektrische Ventil schliefst in diesem Falle die Verbindung vom Hauptluftbehälter her ab, um ein Lösen der Bremsen zu verhüten; das Auslafsventil wird geöffnet und erlaubt der Luft den Austritt aus der Bremsleitung, womit also eine Bremsung eingeleitet ist. Das Ventil ist so eingerichtet, dafs es selbsttätig nach einer Druckminderung von etwa 30% wieder abschliefst, damit in der Hauptbremsleitung noch genügend Luft für etwa weiter erforderliche Bremsungen verbleibt.

Für den Fall, dafs es wünschenswert erscheint, die Vorrichtungen für selbsttätiges Bremsen auszuschalten ist noch eine, das druckluft-elektrische Ventil umgehende Hilfsleitung vorgesehen, in die ein in Abschlufsstellung versiegelter Hahn eingebaut ist.

3. Aus einem elektromagnetischen Löseschalter mit Lichtmelder. Der Zweck des Lichtmelders ist dem Führer nach einer selbsttätigen Auslösung der Bremse sofort anzuzeigen, wenn die Geschwindigkeit auf das vorgeschriebene Mafs gesunken ist. Der Führer kann dann nach Umstellung des Löseschalters die Bremsen in gewöhnlicher Weise lösen. Die Bauart ist so, dafs ein Lösen der Bremse durch den Führer vor genügender Ermäfsigung der Geschwindigkeit also vor dem Aufleuchten des Lichtmelders nicht möglich ist, auch wenn er den Druckknopf vorher in Tätigkeit setzt.

4. Aus einem Druckknopf, bekannt als „Haltrampen-Knopf". Dieser Druckknopf mufs vom Führer betätigt werden, wenn er die selbsttätige Auslösung der Bremse beim Vorbeifahren an einem auf Halt stehenden Signal, dessen Rampenstromkreis in diesem Falle stromlos ist, vermeiden will. Bei Überschreitung der für „vorsichtige Fahrt" ermäfsigten Geschwindigkeit tritt indessen doch eine Bremsung ein.

5. Aus einer Gleitschuh-Vorrichtung an der rechten Seite der Lokomotive für Vorwärtsfahrt und an der linken Seite für Rückwärtsfahrt. Der Gleitschuh enthält einen Stempel, der mit der Auflauframpe in Berührung kommt, und einen Stromkreisschalter. Stempel und Stromkreisschalter stehen so in Verbindung, dafs bei der unteren Stellung des Stempels eine Stromsammleranlage auf der Lokomotive angeschaltet ist, bei der oberen Stellung dagegen der Rampenstromkreis in den Lokomotivstromkreis Strom sendet unter Ausschaltung der Stromquelle der Lokomotive. Der Schalter wählt also zwischen den Stromquellen auf der Lokomotive und auf den Signalrampen, wobei genügend Überdeckung der Berührungsstellen vorhanden ist um eine Stromunterbrechung zu vermeiden. Der Stempel wird durch Prefsluft nach abwärts gedrückt, wodurch eine gute Berührung mit der Auflauframpe erzielt wird. Der Stempel ist seiner Länge nach durchbohrt, so dafs bei einem Bruch desselben eine selbsttätige Bremsung eintritt.

Abb. 1. Lokomotivausrüstung für selbsttätiges Anhalten vor Haltsignalen.

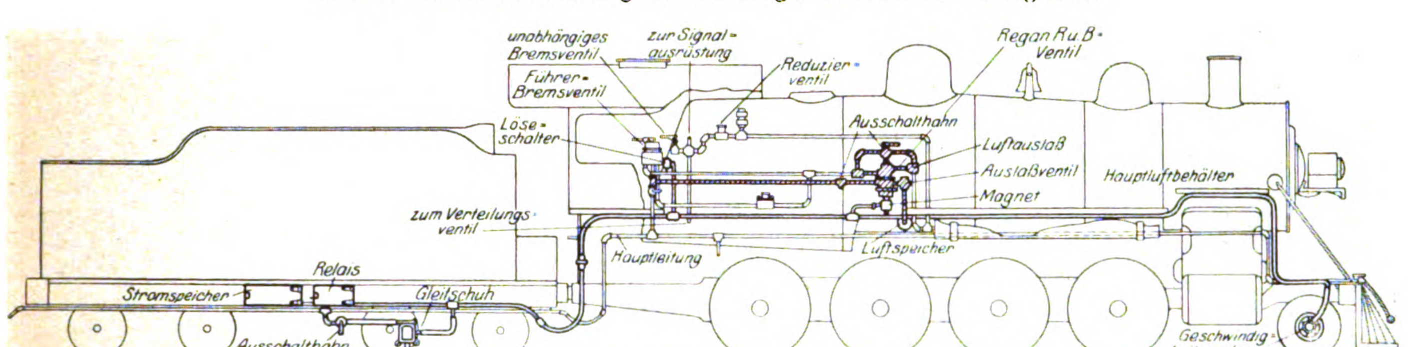
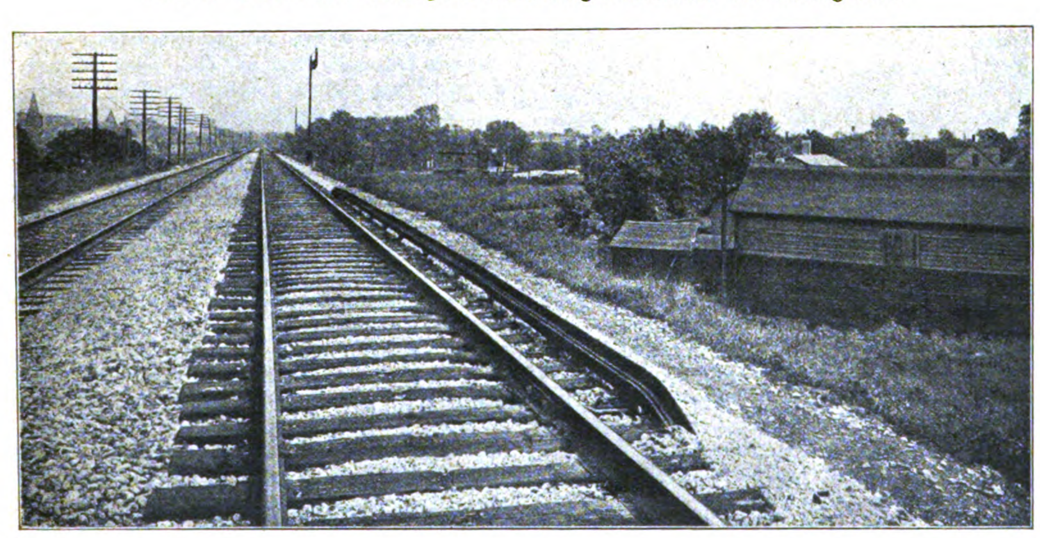


Abb. 2. Streckenausrüstung für selbsttätiges Anhalten vor Haltsignalen.



Die Wirkungsweise der Lokomotivausrüstung bei den 3 verschiedenen Signalstellungen: „Freie Fahrt", „Fahrt mit Vorsicht" und „Halt" ist folgende: Bei Signalstellung „Freie Fahrt" empfängt der Schuhstempel einen Stromstofs von der Signalrampe her, der mit dem Maschinenstromkreis gleich gerichtet ist und die Vorrichtungen auf der Lokomotive so beeinflufst, dafs keine Bremsung eintritt. Dieser Zustand dauert bis zum Befahren der nächsten Signalrampe, wo sich der Vorgang bei Fahrtstellung des Signals wiederholt. Bei Signalstellung „Fahrt mit Vorsicht" empfängt der Schuhstempel einen Stromstofs, der dem Maschinenstromkreis entgegen verläuft. Dieser Stromstofs entgegengesetzter Richtung stellt eine Verbindung zwischen dem Stromkreis des Geschwindigkeitsreglers und dem Maschinenstromkreis her, durch welche bei Überschreitung einer bestimmten ermäfsigten Geschwindigkeit eine Bremsung eintritt.

Ist die Geschwindigkeit auf das vorgeschriebene niedrigere Mafs gesunken, so schliefst der Geschwindigkeitsregler den Stromkreis des Lichtmelders, wodurch dem Führer angezeigt wird, dafs er nun die Bremse nach Betätigung des Löseschalterdruckknopfes lösen kann. Sollte der Führer aus irgendeinem Grunde (Unfall) hierzu nicht in der Lage sein oder sonstwie verfehlen diesen Vorteil wahrzunehmen, so wirkt die Bremsung weiter bis der Zug hält. Die Vorrichtungen auf der Lokomotive bleiben bis zum Erreichen der nächsten Signalrampe in dieser Art geschaltet, so dafs also eine Überschreitung der für vorsichtige Fahrt vorgeschriebenen niedrigeren Geschwindigkeit auch nach Lösen der Bremse in diesem Streckenabschnitt nicht mehr möglich ist, da sofort eine neue Bremsung eintreten würde.

Bei Signalstellung „Halt“ ist der Rampenstromkreis stromlos. Der Maschinenstromkreis wird durch Auflauf des Stempels auf die Signalrampe unterbrochen, ohne dafs ein Ersatzstrom von der Rampe her dafür zur Wirkung kommt. Es tritt daher das druckluft-elektrische Bremsventil in Tätigkeit und veranlafst eine Bremsung, die zum Halten des Zuges führt, wenn der Führer keine Gegenmafsnahmen trifft. Das selbsttätige Auslösen der Bremse wird vermieden und die Weiterfahrt des Zuges in den Gefahrabschnitt der Strecke ermöglicht, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind, nämlich wenn erstens der Führer den Haltrampenknopf drückt, solange der Schuh mit der Signalrampe in Berührung ist und wenn zweitens der Führer selbst schon vorher die Geschwindigkeit auf das vorgeschriebene Mafs erniedrigt hat. Der Zug steht auch dann unter dem Zwang einer Einschränkung seiner Geschwindigkeit für den ganzen Gefahrabschnitt bis zur nächsten Signalrampe.

Die mittlere Geschwindigkeit für die Streckenabschnitte unter Signal „Fahrt mit Vorsicht“ ist für Personenzüge auf 56 km/Std., für Güterzüge auf 40 km/Std. festgesetzt. Bei Befahren eines Gleisabschnitts unter Signal „Halt“ gilt als Grenze eine Geschwindigkeit von höchstens 24 km/Std. Es erscheint auffallend, dafs der Zug an dem Haltsignal noch mit 24 km/Std. weiterfahren darf. Dieser Umstand erklärt sich jedoch daraus, dafs die Streckenblocke so übereinandergreifen, dafs sozusagen jedes Haltsignal nur ein Vorsignal für das nächste Signal bedeutet. Auf jeder Lokomotive ist eine Karte in einem Rahmen am Führerstand angebracht, auf welcher die notwendigen Handhabungen verzeichnet sind.

Die 240 Signalrampen verteilen sich auf die gesamte Streckenlänge so, dafs der mittlere Abstand zweier Rampen etwa 2,253 km, der kürzeste 0,914 km, der längste 4,023 km beträgt. Jede Signalrampe (Abb. 2) ist etwa 24,3 m lang und etwa 20 m vom Signal entfernt. Ein selbsttätiges Anhalten vor dem nahen Signal ist dabei natürlich nicht möglich; es wurde deshalb den Streckenstromkreisen eines jeden Signals eine Überdeckung mit dem Stromkreise des nächsten Signals gegeben; d. h. ein Signal wird in Haltstellung verbleiben, bis der Zug den zugehörigen Blockabschnitt durchfahren und die Fahrt bis über die Überdeckung mit dem nächsten Block hinaus fortgesetzt hat. Diese Überdeckungen sollen den erforderlichen Weg zum Anhalten des Zuges bei der ermäfsigten Geschwindigkeit unter Berücksichtigung der Steigungsverhältnisse sichern. Die Länge dieses Weges ist sonach etwas verschieden von der sonst als „Bremsweg“ bezeichneten Strecke, wobei das Anhalten bei voller Geschwindigkeit zu erfolgen hätte.

Die Rampenstromkreise werden von einer 10-voltigen Batterie, die aus 16 Natronhydratzellen besteht, gespeist. Gelegentlich sind auch Stromspeicher in Verwendung. Die Stromquelle ist mit einem Pol über einen Kontakt des Linienrelais und über Kontakte der Signaleinrichtung an die Rampe angeschlossen, der andere Pol ist mit der Schiene verbunden. Der Stromkreis ist nur geschlossen, während eine Lokomotive mit Gleitschuh über die Rampe fährt. Eine Kontaktanordnung an der Rampe dient zur Überwachung der genauen Lage der Rampenschiene; wenn diese sich nur um etwa 15—16 mm verschiebt öffnet sich dieser Überwachungsstromkreis, wodurch das Signal in die Haltstellung kommt, was wieder durch Stromlosmachung des Rampenstromkreises das selbsttätige Anhalten eines ankommenden Zuges bewirkt. Pfl.

Steigerung der Leistungen im Eisenbahnbetriebe.

(Railway Age 1923, 2. Bd., Nr. 20.)

Die amerikanischen Eisenbahnen haben im Jahre 1923 einen ungewöhnlich starken Verkehr zu bewältigen gehabt. Während früher die Bewegung von einer Million Güterwagen in der Woche eine vereinzelte Spitzenleistung war, haben im Jahre 1923, vom Frühjahr beginnend, die Wagenzahlen dauernd diese Höhe erreicht. Zwar sind die Anlagen ausgebaut, und der Betriebsmittelpark ist verstärkt worden. aber doch nicht in dem Mafse, wie es der Zunahme des Verkehrs entspräche. Die Bewältigung des starken Verkehrs ist vielmehr im wesentlichen durch Betriebsmafsnahmen und Vorkehrungen bei der Unterhaltung der Strecke erreicht worden. indem dadurch die Leistungen der vorhandenen Betriebsmittel und der bestehenden Anlagen erhöht worden sind. Zu den Betriebsmafsnahmen, die zu diesem Zweck getroffen worden sind, gehört die Durchführung geschlossener, ungeordneter Güterzüge zwischen den einzelnen Zugbildungsbahnhöfen; die Wagen wurden erst auf dem letzten gröfseren Bahnhof vor dem Zielbahnhof geordnet. Der Erfolg davon war, dafs die Verschiebearbeiten wesentlich vereinfacht wurden. Ferner wurde die Strecke, die die Lokomotive vor demselben Zug zurücklegt und die bisher etwa 150 bis 200 km betrug. auf ein vielfaches verlängert. Hierdurch wurde die Zahl der Lokomotiven, die für eine bestimmte Leistung erforderlich sind, erheblich vermindert. Endlich wurde dafür gesorgt, dafs Zugmannschaften, die ihr Ziel aufserhalb des Heimatsorts pünktlich erreichten, alsbald einen Gegenzug zur Fahrt in die Heimat vorfanden, so dafs sie innerhalb der zugelassenen Dienstschicht von 16 Stunden wieder zu Hause waren; hierdurch wurde die Neigung bekämpft, bei der Fahrt vom Heimatbahnhof weg Verspätung zu machen, um Überstunden bezahlt zu bekommen. Der Anreiz, nach Hause zurückzukehren, ist gröfser als das Verlangen nach der erhöhten Entlohnung.

Bei der Bahnunterhaltung wurde Wert auf ein inniges Zusammenarbeiten mit dem Betrieb gelegt, damit einerseits der Betrieb weniger gestört, andrerseits aber auch die Unterhaltungsarbeiten gefördert würden. Der Betrieb stellte z. B. dem Bau das eine Gleis einer zweigleisigen Strecke für einen ganzen Tag zur Verfügung, damit es schnell umgelegt werden könnte, und behalf sich unterdessen mit eingleisigem Verkehr. Übrigens wurden auch zuweilen zweigleisige Strecken als zwei eingleisige Strecken betrieben, indem langsam fahrende Züge auf dem einen Gleis durch schnell fahrende Züge auf dem andern überholt werden. Zu einer solchen Umstellung auf eingleisigen Betrieb sind nach amerikanischer Ansicht nur unbedeutende Sicherungsmafsnahmen erforderlich *).

Wesentliche Ersparnisse wurden durch Einschränkung der Arbeitszüge und deren Ersatz durch Triebwagen erzielt. Namentlich für das Verteilen der Oberbaustoffe auf der Strecke und das Umlegen der Gleise wurden besondere Mafsnahmen getroffen, die diese Arbeit aufserordentlich beschleunigten Man brachte es dabei soweit, dafs ein Bautrupp von 280 Mann eine Meile (1,6 km) Oberbau in einer Stunde auswechseln kann. Dafs die Unterhaltungsarbeiten planmäfsig auf das ganze Jahr verteilt wurden, hat gleichfalls viel zur Besserung des Unterhaltungszustands der Strecken beigetragen und so die Einhaltung höherer Geschwindigkeiten möglich gemacht. Dadurch ist die Leistungsfähigkeit der Strecken erhöht worden. Man hat erkannt, dafs vorbeugende Instandhaltungsarbeiten vorteilhafter sind, als der Zwang, an einer heruntergewirtschafteten Strecke grofse Instandsetzungsarbeiten vornehmen zu müssen. Die Unterhaltung dürfte immer eine schwache Seite der amerikanischen Eisenbahnen gewesen sein; hier wird deutlich ausgesprochen, was in dieser Beziehung bisher versäumt worden ist; man will augenscheinlich nun in dieser Beziehung mehr dem Beispiel Europas folgen und die Lebensdauer des Oberbaus und der sonstigen Anlagen durch sorgfältige Unterhaltung verlängern, statt sie ohne oder mit nur geringen Unterhaltungskosten abzunutzen und dann durch neue zu ersetzen. Wernekke.

*) Vergl. Organ 1923, S. 212.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



1924 HEFT 4

ORGAN
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Ist die
gesunke
des Lic
die Bre
kann.
nicht in
zunehm
Vorrich
nächste
Übersch
Geschw
abschnit
eintrete
Be
Der Ma
Signalr
her dafü
Bremsv
Halten
trifft.
die We
ermögli
erstens
mit der
selbst s
Mafs er
einer Ei
abschnit
Di
Signal
für Güt
abschnit
von höc
dem Ha
Umstan
übereins
signal f
eine Kar
die notw
Die
länge so
der kürz
rampe (
entfernt.
natürlich
eines je
nächsten
verbleib
und die
hinaus f
lichen W
keit unt
Länge d
„Bremsv
Geschwi
Die
die aus
auch Str
Pol über
Signalein
mit der
während
Eine Ko
genauen
15—16 m
wodurch
Stromlos
eines anl

Für di

1924 HEFT 4

ORGAN
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN
Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.

WUMAG

WAGGON- UND MASCHINENBAU AKTIENGESELLSCHAFT GÖRLITZ

Abteilung Waggonbau Görlitz
Verkauf durch „Eislieg", Charlottenburg, Kantstr. 163

Abteilung Schiffswerft Uebigau, Dresden und Regensburg.
Abteilung Maschinenbau Görlitz, GMA-Maschinen.

Abteilung Maschinenbau Cottbus, Comag-Maschinen.
Abt. Maschinenbau Landsberg a. W. vorm. H. Paucksch A.-G.

Maschinenfabrik „Deutschland", Dortmund.

A. Werkzeug-Maschinen

für

Eisenbahnwerkstätten, insbesondere Radsatz-bearbeitungsmaschinen

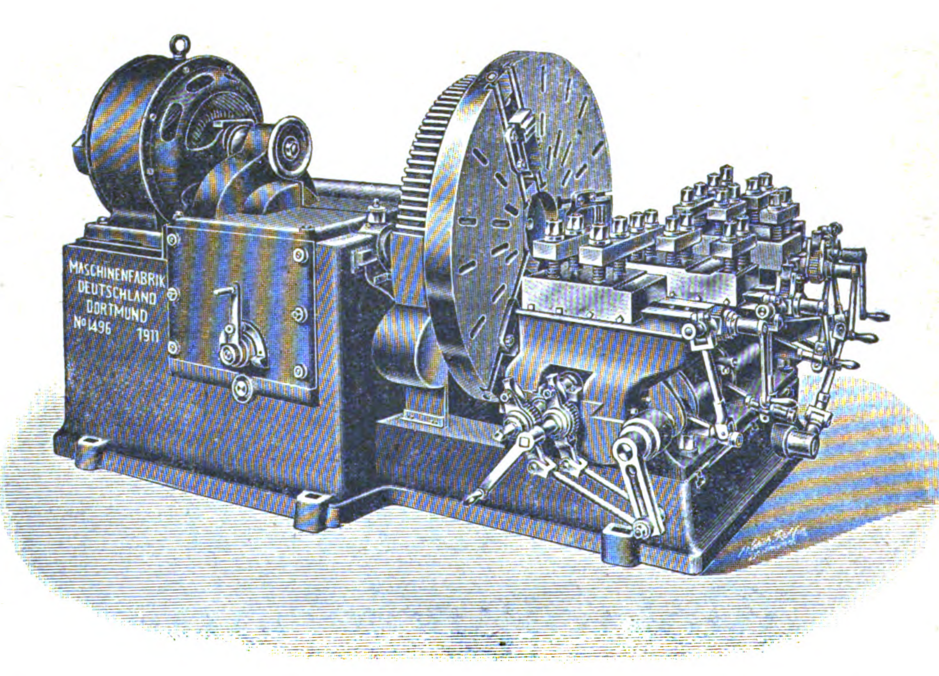
wie

Radsatzdrehbänke D. R. P.

Achsschenkeldreh- und Schleifmaschinen D. R. P.

Hydraulische Räderpressen D. R. P.

u. s. w.



B. Hebekrane

aller Art,

Windeböcke, Achsensenkwinden

mit Achsprüfvorrichtung D. R. P. Bauart Wagner.

C. Drehscheiben,

Schiebebühnen, Rangierwinden.

D. Weichen,

Kreuzungen

etc. [52 e

bester Ausführung in jeder Bauart.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang **15. April 1924** **Heft 4**

Wilhelm Schmidt †.

Der Tod hat wiederum einen der Grofsen im Reiche der Technik aus seinem irdischen Wirkungskreise abgerufen. Am 16. Februar d. J. ist der Baurat Dr. Ing. e. h. Wilhelm Schmidt, einer der grofsen Pfadfinder deutscher Technik, der Gründer der Schmidtschen Heifsdampfgesellschaft in Cassel, kurz vor Vollendung des 66. Lebensjahres nach langem, schwerem Leiden in Bethel bei Bielefeld sanft entschlafen.

Wilhelm Schmidt war Autodidakt; er wurde am 18. Februar 1858 in Wegeleben bei Halberstadt als einziger Sohn einfacher Landleute geboren, wo er die Volksschule besuchte. Schon früh zeigte sich in ihm die Neigung zur Technik. Er erlernte in Wegeleben und Halberstadt das Schlosserhandwerk und ging dann auf die Wanderschaft. In Dresden führte ihn der Zufall bei seiner Berufstätigkeit mit einem bedeutenden Künstler, dem Professor Ehrhardt, Lehrer an der dortigen Kunstakademie, zusammen, der seine aufsergewöhnlichen Fähigkeiten entdeckte und ihn mit dem damaligen Rektor der Dresdner technischen Hochschule, Professor Dr. Zeuner, bekannt machte. Durch Zeuner lernte er den ebenfalls an der gleichen Hochschule wirkenden Professor Lewicki kennen, der sich seiner in liebenswürdigster Weise annahm und seine technische Ausbildung förderte. Merkwürdigerweise konnte sich Schmidt niemals mit Formeln der Mathematik befreunden, sondern er legte sich alles in eigener, einfacher Weise zurecht, so dafs er mit Kopfrechnenoperationen und Faustregeln die schwierigsten Probleme der Wärmemechanik zu beherrschen in der Lage war, was seine wissenschaftlichen Mitarbeiter oft in Erstaunen setzte.



Kaum fünfundzwanzigjährig machte er sich in Braunschweig selbständig und stellte sich die Verbesserung der Wärmekraftmaschine als Lebensaufgabe. Einer seiner ersten Pläne ging dahin, für das notleidende Handwerk einen Kleingewerbemotor zu schaffen — der Elektromotor fehlte damals noch. Bei diesen Arbeiten kam er darauf, Maschinen mit einem Gemisch von heifser Luft und Dampf und schliefslich Dampfmaschinen mit hochüberhitztem Dampf allein zu betreiben. Die ersten im Jahre 1891 in Cassel bei Beck u. Henkel vorgenommenen acht Monate langen Versuche leiteten eine vollständige Umwälzung im Dampfmaschinenbau ein. Sie führten auch zur Übersiedlung Schmidts nach Wilhelmshöhe, da ihm der befreundete Direktor Henkel zur Durchführung seiner Arbeiten seine weitere Unterstützung zugesagt hatte. Heute wird kaum noch eine neue Dampfkraftanlage gebaut, bei der nicht überhitzter Dampf benutzt wird. An der ersten Schmidtschen Heifsdampfverbundmaschine für Kondensationsbetrieb — eine weitere Vervollkommnung der ersten Maschinen —, die gleichfalls von Beck u. Henkel erbaut worden ist, wurde im Jahre 1894 der aufserordentlich günstige Dampfverbrauch von $4^1/_2$ Kilogramm für eine indizierte Pferdestärke-Stunde festgestellt, ein Wert, der in der ganzen Technik des In- und Auslandes berechtigtes Aufsehen erregte; denn die bis dahin üblichen Dampfmaschinen gleicher Gröfse hatten einen etwa doppelt so grofsen Dampfverbrauch.

Die für die Wirtschaft der ganzen Welt bedeutungsvollste Schöpfung Schmidts ist die Heifsdampflokomotive. Nach vielfachen Studien konnten im Jahre 1897 die ersten beiden Lokomotiven mit Überhitzern ausgerüstet werden*). Nicht ohne Rückschläge brach sich die neue Erfindung, die eine ganz erhebliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Lokomotivbetriebes in sich schlofs, vor allem auch durch die Rückkehr zur einfachen Dampfdehnung in zwei Zylindern eine Vereinfachung der Lokomotive ermöglichte, Bahn. Aber Schmidts kühner Erfindungsgeist vermochte alle Schwierigkeiten zu besiegen. Von der Mitte des ersten Jahrzehnts ab beschaffte die Preufsisch-hessische Staatsbahnverwaltung nur noch Heifsdampflokomotiven und auch bei den übrigen Eisenbahnverwaltungen Deutschlands und des Auslandes setzte sich die Heifsdampflokomotive immer mehr durch. Heute werden weit über 100 000 Lokomotiven in allen Weltteilen mit Heifsdampf betrieben. Mit dem Einzug des Heifsdampfes in den Lokomotivbetrieb ging die Einführung im Schiffsbetrieb Hand in Hand. Über 2500 Schiffe sind heute mit Schmidt-Überhitzern ausgerüstet.

Die letzten zwölf Jahre von Wilhelm Schmidts Schaffen waren mit der Einführung höchster Dampfspannungen von 60 und mehr Atmosphären ausgefüllt. Diese Arbeiten hatte er bereits im Jahre 1885 als junger Mann begonnen, mufste sie aber nach mehrjähriger Tätigkeit aufgeben, da zu damaliger Zeit sowohl er selbst wie die Hilfsmittel der Technik noch nicht reif für die Lösung dieses Problems waren. Die erste Veröffentlichung über die erfolgreichen Arbeiten und Versuche Wilhelm Schmidts mit hochgespanntem Dampf erfolgte auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure im Juni 1921 in Cassel. Die damals bekannt gegebene, ungewöhnlich niedrige Dampfverbrauchszahl von etwa $2^1/_2$ Kilogramm für die indizierte Pferdestärke-Stunde, die an einer 150pferdigen Dampfmaschine festgestellt worden war, erregte wiederum im Inlande wie im Auslande ungeheures Aufsehen, denn sie bewies, dafs die von Wissenschaft und Praxis als unzweckmäfsig angesehene Steigerung des Dampfdruckes auf falschen Anschauungen beruhte. Heute, nach knapp drei Jahren, steht fest, dafs in Zukunft kaum eine gröfsere Dampfkraftanlage gebaut werden wird, die nicht Dampfspannungen von 40, 50, ja bis 100 Atmosphären verwendet, ebenfalls ein zweiter hervorragender Abschnitt in der Geschichte der Dampfmaschine, der von Wilhelm Schmidt eingeleitet ist.

*) Vergl. Organ 1924, Heft 3, Seite 52: „Fünfundzwanzig Jahre Heifsdampflokomotive."

Schmidt war ein bescheidener, selbstloser Mann bis an sein Lebensende. Keine der vielen Auszeichnungen konnte ihn von seiner Schlichtheit abbringen. Gern erzählte er von seinem Werdegang. Für Arme und Hilfsbedürftige hatte er stets eine offene Hand und ein trostreiches Wort. Seine Führernatur machte sich nicht in der breiten Öffentlichkeit geltend. Er war kein Redner und jedem öffentlichen Auftreten abhold. Er war eine ausgesprochene Gelehrten- und Künstlernatur. In seinem vulkanisch arbeitenden Geiste rangen sich seine schöpferischen Ideen oft erst nach schwerem Kampfe durch. Seine Genialität kam besonders im engen Kreise seiner Freunde und Mitarbeiter zur Geltung. Es gab niemanden, der mit Schmidt in nähere Berührung kam, der sich dem Einflufs seiner starken Persönlichkeit hätte entziehen können. Er war von einer tiefen Frömmigkeit durchdrungen und fest davon überzeugt, dafs er durch Gottes Gnade berufen sei, der Menschheit durch sein Wirken zu helfen. Der unglückliche Ausgang des Krieges wirkte auf ihn aufserordentlich niederdrückend. Er marterte seinen Geist mit der Aufgabe, wie er seinem geliebten deutschen Vaterlande helfen könne. Die damit verbundenen Gedanken und Arbeiten sowie die hieraus folgenden Aufregungen waren auch schliefslich die Ursache seiner letzten schweren Erkrankung, von der ihn nun der Tod erlöst hat.

Die deutschen Ingenieure und die Technik der ganzen Welt betrauern seinen zu früh erfolgten Heimgang. Welche Fülle neuer Gedanken und Ideen hätten zum Wohle der Menschheit seinem schöpferischen Geist noch entspringen können!

O. H. Hartmann.

Der Eisenbahnbetrieb auf Steilrampen mit Zahnrad- oder Reibungs-Lokomotiven.

(Neuere Versuche des Eisenbahn-Zentralamts)

Von Prof. **Nordmann**, Regierungsbaurat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin.

I.

Das älteste Patent auf eine Zahnradlokomotive (Blenkinsop 1811) in der Erstlingszeit des Eisenbahnwesens verdankte der Befürchtung ungenügender Reibung zwischen Rad und Schiene auch auf ebener Bahn seinen Ursprung und seine Verwirklichung an Lokomotiven der Middleton-Gruben bei Leeds*). Man darf bei gerechter Würdigung dieser uns heute tragikomisch anmutenden Befürchtung nicht die Notwendigkeit einer Kleinhaltung der Achsdrücke bei dem leichten und unvollkommenen damaligen Oberbau aufser Acht lassen**). Nachdem die systematischen Versuche von Blackett und Hedley diese Befürchtung für die Ebene und schwache Steigungen zerstreut hatten, verschwand die Zahnradlokomotive wieder, ohne noch im Betrieb öffentlicher Bahnen Anwendung gefunden zu haben.

Der reine Reibungsbetrieb wurde auch den ältesten Gebirgsbahnen zugrunde gelegt, deren Steigungen man mit dem Mafse der Eisenbahnsteigungen gemessen als sehr beträchtlich bezeichnen mufste und auch heute noch bei ihrem Hauptbahncharakter bezeichnen mufs. Die älteste, die Semmering-Bahn, stieg 1:40 (25 v. T.), und ein Wettbewerb war für die beste Maschine vom österreichischen Handelsministerium 1851 ausgeschrieben; die »endgültige« Semmering-Maschine wurde wenig später von Engerth entworfen***) und erfüllte zwei Forderungen, die wir auch heute noch als mafsgebend zu betrachten haben: (für die damaligen Zeiten) grofses Reibungsgewicht und gute Einstellbarkeit in Krümmungen, die durch ein eigenartiges Triebgestell unter dem hinteren Vorratsbehälter (es war eine Halbtenderlokomotive) erreicht wurde. Es würde zu weit führen, andere Lösungen, die für Gebirgsmaschinen in jener älteren Zeit versucht wurden, anzuführen, so geschichtlich interessant und zum Teil geistvoll sie auch sind; es möge die Bemerkung genügen, dafs auch die späteren Gebirgsbahnen sich in ähnlichen Steigungsverhältnissen bewegten und reine Reibungsbahnen waren (Brenner 1:40, Hauenstein 1:37); wesentlich stärker stieg die italienische Giovi-Bahn, 1:28,5†).

Unsere mehrfach angezogene Quelle, der Lokomotivband des Heusingerschen Handbuchs gibt einen vorzüglichen Überblick über die Anschauungen über Reibungsbetrieb vor etwa 50 Jahren, und es sei gleich hier bemerkt, dafs diese gröfstenteils nicht unterschiedlich sind von denen, die noch bis vor kurzem ausschlaggebend waren. Petzholdt erblickt (S. 921) die Grenze des Lokomotivbetriebes ohne künstliche Adhäsion bei 50 v. T. (1:20), indem bei Überschreitung dieses Verhältnisses der Betrieb mit Lokomotiven gewöhnlicher Bauart auf gewöhnlichem Oberbau entweder an sich unmöglich oder wirtschaftlich unvorteilhaft sich gestaltet. »Im allgemeinen wird man das Steigungsverhältnis 1:40 (25 v. T.) als Maximum der zulässigen Steigung zu betrachten haben, namentlich in bezug auf die Rentabilitätsverhältnisse und Bedeutung der Bahn an sich.« In Bahnen für künstliche Adhäsion erblickt er noch Bahnen untergeordneter Bedeutung, Sekundär- und Tertiärbahnen und verweist sie deshalb auf den solche Bahnen behandelnden Ergänzungsband des Sammelwerks.

Die Schwierigkeiten, eine ausreichende Reibungsziffer, die im Verein mit dem Reibungsgewicht ja die gröfste Zugkraft der Lokomotive bedingt, gerade auf gebirgigen Strecken zu erhalten, werden ganz richtig geschildert: »Beim Gebirgsbetriebe kommen, abgesehen von Tunneln, häufig Strecken vor, die vor Sonne und Wind völlig geschützt und daher ständig feucht sind. Namentlich ist aber der im Hochgebirgsklima so häufig herrschende feine Staubnebel als der gefährlichste Feind der Adhäsion zu betrachten, indem derselbe mit dem auf der Schiene befindlichen Staube, Roste usw. einen Überzug über die Schienenköpfe (und folglich Bandagen) bildet, der in seinen Wirkungen der Seife gleichkommt; während bei wirklichem Regen und der hierdurch bedingten vollständigen Benetzung der Schienen und Bandagen die Adhäsionsverhältnisse sich keineswegs ungünstig gestalten, oft sogar vollständig dem Mittelwert entsprechen. Es rührt dies daher, weil das lebhaft strömende Wasser den oben erwähnten seifenartigen Überzug vollständig von den Schienenköpfen abwäscht.«

Durch Beseitigung der dünnen Feuchtigkeitsschicht erhofft Petzholdt, die Reibungsziffer der trockenen Schienen 1/5 (anstatt des niedrigsten Wertes 1/13) zu erreichen; als Mittel hierzu betrachtet er das Blasen heifser Rauchkammergase mittels einer Luftpumpe auf die Schienen (nach Paulus); vom Sandstreuer ist merkwürdigerweise gar nicht die Rede (S. 921).

Dagegen wird in dem Abschnitt über Sandstreuer (Bearbeiter Klinge) die Berechnung der Lokomotiven mit einem Reibungskoeffizienten von 1/7 für »fast guten Zustand des Gleises« empfohlen, und als Gegenmittel gegen seine Verminderung auf 1/14 und darunter durch Reif, Schnee, Glatteis und Laub Reinigung und Trocknung der Schienen vorgeschlagen. Die letztere reiche in der Regel allein aus, um den erforderlichen Reibungswiderstand zu gewähren und werde durch Bestreuen mit trocknem, magerem Sand bewirkt (S. 799). In der Besandung der Schienen wird also das Mittel zur Wiederherstellung normaler Reibung, nicht etwa zur Erhöhung der Reibung über das natürliche Mafs hinaus erblickt. Die Sandung selbst beschränkt sich noch auf die eigentliche Treibachse.

*) Heusinger, Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, 3. Band Lokomotivbau, Leipzig 1875, S. 1011.

**) Matschofs, Geschichte der Dampfmaschine. Berlin 1901, S. 196/7.

***) Heusinger, Seite 935.

†) Heusinger, Seite 939.

Bemerkenswert ist ein Hinweis auf die durch das Sandstreuen vermehrte Abnutzung der Räder und Schienen und das Wachsen des Zugwiderstandes. Es wird sogar für wünschenswert gehalten, den Sand hinter den Treibrädern wieder zu entfernen, bevor also die angehängten Fahrzeuge auf die bestreuten Stellen kommen, »damit nicht die Zugkraft der Lokomotive opfern mufs, was durch die vermehrte Adhäsion gewonnen wird«. (S. 804). Der etwas vermehrte Zugwiderstand erscheint wohl möglich; es wurden in der Tat bei den später zu behandelnden neuesten Fahrten mit Reibungslokomotiven (1923) bei steter Sandung gelegentlich Zugwiderstände auf die Ebene umgerechnet beobachtet, die weit über dem bekannten Festwert (2,5 kg/t) lagen. Sie kamen aber im Gegensatz zu jener alten Befürchtung, die übrigens bei den Fahrten nicht bekannt war, sondern erst gelegentlich dieses Aufsatzes beim Quellenstudium vom Verfasser ausgegraben wurde, relativ nicht zur Geltung, einmal durch das Überwiegen der Schwerkraftkomponente und vor allem durch den Adhäsionsgewinn.

Die Anschauungen über die Gröfse der Reibungsziffer gegen Ende des vorigen Jahrhunderts sind von den aufgeführten nicht sehr verschieden. In der ersten Auflage der »Eisenbahntechnik der Gegenwart« 1897 führt v. Borries auf Seite 52 als Reibungsziffer bei trockenen Schienen mehr als $^1/_5$, im Durchschnitt $^1/_6$, unter ungünstigen Verhältnissen bei feuchten Schienen, fallendem Laube, Nebel, Eis usw. $^1/_7$ der Triebachslast und weniger an wobei man bemerken mufs, dafs hier in der Regel das »Weniger« gilt. Demnach seien Güterzuglokomotiven für mäfsig gekrümmte Strecken mit 167 kg Höchstzugkraft für 1 t Reibungsgewicht, Güterzuglokomotiven für Bergbahnen mit feuchten Tunneln und scharfen Krümmungen und Personenzuglokomotiven mit 150 kg/t zu entwerfen. »Diese Werte können nötigenfalls durch Sandstreuen erhalten werden.« Diese Bemerkung zeigt, dafs auch hier dem Sandstreuer sozusagen lediglich ein Schutzcharakter zuerkannt wird, während wir heute nach höheren Kränzen greifen und uns nicht bescheiden, eine mittlere Reibungsziffer wiederherzustellen, sondern eine gute unter allen Umständen zu erzwingen suchen. Einer so hohen Bewertung des Sandstreuers stand früher wohl auch die Tatsache entgegen, dafs durch beschränkte Zahl der Sandrohre nicht alle Räder, also nicht das ganze Reibungsgewicht gesandet wurde.

Um die Zugförderung auf den älteren Gebirgsbahnen zu kennzeichnen, sei angeführt, dafs auf der Semmeringbahn mit 67 t schweren Lokomotiven bei 47 t Reibungsgewicht 175 t schwere Züge auf 1:40 geschleppt wurden, also eine Schwerkraftkomponente der Zugkraft von 6,05 t einem Reibungsgewicht von 47 t gegenüberstand*). Sieht man von den Reibungs- und Krümmungswiderständen ab, so wurde also eine »reduzierte« Reibungsziffer, wie man sie wohl nennen könnte, von etwa $^1/_8$ in Anspruch genommen. Diese reduzierte Reibungsziffer weicht natürlich nur dann nicht allzu wesentlich von der wirklichen, höheren ab, wenn es sich um starke Steigungen handelt; selbst bei 25 v. T. beträgt der Fehler durch das Fortlassen des reinen Zugwiderstandes mit 2,5 kg/t = 2,5 v. T. schon 10 v. H. Er gestattet aber bei Bahnen dieser und noch stärkerer Steigungen einen schnellen, überschläglichen Einblick in die Gröfsenordnung der Reibungsziffer, da er nur auf die Schwerkraftkomponente Rücksicht nimmt und von dem schwankenden Lauf- und vor allem Krümmungswiderstand absieht. Dieser Begriff ist deshalb für Steilrampenbetrieb auch später noch öfter gelegentlich angewandt; die wirkliche Reibungsziffer liegt stets höher; bei 1:10 in der Geraden ist ohne Sand der Fehler nur noch 2,5 v. H.

Die erste Bahn mit »künstlicher Adhäsion« war die Hilfsbahn über den Mont Cenis (bis zur Fertigstellung des grofsen Tunnels), die nach dem System Fell-(Krauss) betrieben wurde; eine erhöhte Mittelschiene, gegen die wagrecht liegende, mit dem gewöhnlichen Triebwerk der Lokomotive gekuppelte Reibräder von beiden Seiten geprefst werden konnten, gestattete den Betrieb auf der mittleren Steigung 1:13*). Das System Welti, bei dem eine breite mit der Maschine gekuppelte Trommel schraubenförmige Wülste nach Art unserer heutigen Pfeilzahnräder, die sich gegen symmetrisch-schräge Schienenstücke zwischen den beiden Fahrschienen stützten, scheint im Versuchsbetrieb steckengeblieben zu sein**). Mit der Rigi-Bahn (1870) trat sodann nach Riggenbachs System die erste eigentliche Zahnradbahn ins Leben, mit einer Steigung von 1:4, die naturgemäfs jeden Reibungsbetrieb aussichtslos machte und deren Lokomotiven deshalb sich allein mit Hilfe des von der Maschine angetriebenen Zahnrades bewegten, während die Räder auf den Fahrschienen lediglich Tragrollen bedeuteten. Riggenbach wandte für die Rigibahn auch von vornherein die Gegendruckbremse an, indem er bei der Talfahrt die Steuerung auf »Bergfahrt« verlegte und die Maschine als Kompressor gegen einen Gegendruck laufen liefs, der durch Abdrosselung der ausgestofsenen Luft selbst gewonnen wurde.

Die Fell-Bahn am Mont Cenis war ein Übergangszustand gewesen, die Rigibahn war die erste Ausflugsbahn auf einen vielbesuchten Aussichtspunkt ohne irgendwelche nennenswerte Beförderung von Gütern, also keine Eisenbahn mit allgemeinen Aufgaben. Zwischen den als Hauptbahn mit Reibungslokomotiven betriebenen Gebirgsbahnen mit Steigungen bis 1:28,5 und der steilen Zahnradbahn für beschränkte Verkehrszwecke klaffte noch eine mehr und mehr empfundene Lücke; eine Eisenbahngattung für das Gebirge von stärkerer Steigung als die alten Gebirgsbahnen, aber schwächerer als die Aussichtsbergbahnen und damit befähigt, mittels »künstlicher Adhäsion« doch noch so schwere Züge zu schleppen, dafs auch noch ein Güterverkehr in steileren Seitentälern bis auf den Gebirgskamm bewältigt werden konnte. Diese Art von Bahnen durch den Entwurf geeigneter Lokomotiven möglich gemacht zu haben, ist das Verdienst von Abt und die erste derartige Bahn war die Harzbahn Blankenburg—Tanne, die 1883—1886***) unter tatkräftiger Förderung durch den Direktor Schneider der Halberstadt-Blankenburger Bahn gebaut wurde, mit einer stärksten Steigung von 60 v. T. = 1 : 16 $^2/_3$.

Dieses Abtsche Bahnsystem darf hier als etwas Bekanntes vorausgesetzt werden, und es genüge daher der erinnernde Hinweis auf die getrennte Reibungs- und Zahnradmaschine unter demselben Kessel (»gemischtes System«), das Vorhandensein der nötigen Einrichtungen, um mit Gegendruck zu Tal zu fahren, die Band- oder Keilnutenbremse auf den Zahnradachsen und die häufig in die Praxis umgesetzte Möglichkeit, durch gleichartige Zahnradbremsung auch einen Teil der Wagenachsen zu bremsen, indem man wie Bremswagen in den gewöhnlichen Güterzug einzelne Zahnradbremswagen in den Zug einreihte. Im Unterschied zur Lokomotive sitzen bei diesen Wagen die Bremszahnräder lose auf der Achse, nur bei der neueren württembergischen E + 1 Z Zahnradlokomotive trägt auch die vordere Kuppelachse der gewöhnlichen Lokomotivmaschine ein loses Bremszahnrad.

Eine gewisse Richtigstellung des alten Ausdrucks »künstliche Adhäsion« darf insofern nicht unterlassen werden, als es sich bei der Zahnradbahn eigentlich nicht um »Adhäsion« sondern um kinematische Erzwingung der Relativlage zwischen Zug und Strecke handelt.

Die Statistik der Zahnradbahnen zeigt deutlich, dafs derartige Bahnen einem volkswirtschaftlichen Bedürfnis entsprechen; eine vollständige Aufzählung würde zu weit führen, immerhin

*) Die Gewichtsangaben sind merkwürdigerweise in englischen t gemacht (Heusinger, S. 939).

*) Heusinger, Seite 974.

**) Heusinger, Seite 976.

***) Die Versuchsfahrten auf der ersten Probezahnstrecke fanden 1885 statt. (Glasers Annalen, 1922, Seite 192).

seien einige wichtige deutsche Zahnradbahnen genannt: Die Höllentalbahn 1887, 1 : 18 = 55 v. T., die Bahnen Ilmenau—Schleusingen ebenfalls 60 v. T., Schleusingen—Suhl bis zu $66^2/_3$ v. T., Boppard—Castellaun 1 : 16,5 = 60 v. T., Obernzell—Wegscheid (Bayern) 1 : 14,3 = 70 v. T., Honau—Lichtenstein 1 : 10 = 100 v. T. (Teilstrecke der Bahn Reutlingen—Ulm) und Klosterreichenbach—Freudenstadt im württembergischen Schwarzwald, 1 : 20 = 50 v. T. Der letzteren Steigung sehr nahe mit 1 : 22 = 45 v. T. kommt die als Reibungsbahn ausgeführte meterspurige Brockenbahn, die deshalb besondere Beachtung in der Eisenbahnfachwelt fand. Sie ist allerdings eine ausgesprochene Bahn der günstigeren Jahreszeit fast ohne Güterverkehr, die im Winter nicht betrieben wird und bei der hohen Schneelage gar nicht betrieben werden könnte und deshalb nicht so sehr den Feinden ausreichender Adhäsion ausgesetzt ist, wie die Bahnen mit ununterbrochenem Betriebe, die indessen mit ihren schweren Personenzügen der »Hochsaison« doch verhältnismäfsig hohe Ansprüche an die Lokomotive stellt. Sie konnte daher bis vor kurzem wohl als steilste Reibungsbahn für Zugbetrieb gelten, wenn man von der Ütlibergbahn bei Zürich absieht, die zwar 1 : 14 im Reibungsbetrieb überwindet, aber doch den Nebenbahnen ferner steht als die Brockenbahn.

Das Steigungsgebiet der gemischten Zahnradbahnen gab die »Eisenbahntechnik der Gegenwart« (Band Oberbau) 1897 mit Steigungen von 40 v. T. bis 120 v. T. (1 : 25 bis 1 : 8,3) an, wobei Steigungen über 80 v. T. (1 : 12,5) im allgemeinen nur bei Bahnen mit geringeren Lasten angewandt werden sollten. Reine Zahnstangenbahnen mit stehender Zahnstange wiesen dagegen Steigungen bis 377 v. T., mit liegender Zahnstange bis 480 v. T. auf (Pilatusbahn). Man konnte im allgemeinen diese Einteilung bis zur Einführung des reinen Reibungsbetriebes auf der Harzbahn, also bis 1920, für mafsgebend halten; die Brockenbahn war die Ausnahme einer etwas steileren Reibungsbahn, die württembergische Strecke Honau—Lichtenstein bei 100 v. T. die einer Bahn lebhafteren Verkehrs mit mehr als 80 v. T. Aus der B.-O. vom November 1904 (der die Brockenbahn als Kleinbahn in gesetzlichem Sinne nicht unterlag) läfst sich eine Berechtigung dieser Anschauung insofern herauslesen, als sie für Nebenbahnen in § 7, 6 eine stärkere Steigung als 40 v. T. in der Regel nicht zuläfst*), d. h. also doch ohne besondere Mafsnahmen. Auch aus dem 1922 bei Hobbing in 2. Aufl. erschienenen »Deutschen Eisenbahnwesen der Gegenwart« kann man immer noch diese Einteilung als übliche Anschauung herausfühlen, auch wenn den Verfassern der in Betracht kommenden Abschnitte die Einführung des Reibungsbetriebes auf der Harzbahn nicht entgangen ist.

Das Herrschaftsgebiet des gemischten Zahnradbetriebes, beruhend wie wir sahen, auf vernünftigen, wenn auch hinsichtlich der Reibungsziffer nach heutigem Stande reichlich vorsichtigen Erwägungen, hätte wohl kaum eine Einbufse erlitten, wenn der Betrieb nicht doch auch erhebliche Mängel aufwiese. Ursprünglich beherrschte zweifellos die Befriedigung über die technische Leistung und die bessere volkswirtschaftliche Erschliefsung bis dahin für das Gleis unzugänglicher Gebiete das Gefühl der mafsgebenden Kreise; auch waren die betrieblichen und wirtschaftlichen Ansprüche noch nicht die heutigen. Aber unter dem Druck der heutigen Not mufsten sich die gleich zu erwähnenden Mängel, namentlich bei einer kleinen Bahnverwaltung, geltend machen, bei der die Zahnradstrecken ein ausschlaggebender Bestandteil des ganzen Netzes waren, während sie bei den staatlichen Bahnen in den Hintergrund treten. In seinem Aufsatz über »Die neuen Lokomotiven der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn-Gesellschaft« (Glasers Annalen 1922, S. 192—200) schildert der Präsident des Eisenbahn-Zentralamts, Herr Hammer, in lebendiger Weise, wie diese Not den tatkräftigen Leiter dieser Bahn, Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. e. h. Steinhoff, zur Einführung des Reibungsbetriebes ermutigte.

*) Ausnahmen unterlagen der Zustimmung der inzwischen nicht mehr bestehenden Landeseisenbahnbehörde und des Reichs-Eisenbahn-Amts.

Ein Mangel wirtschaftlicher Art besteht in den hohen Anlage- und Unterhaltungskosten der Zahnstange, welch letztere sich namentlich an den Ein- und Ausfahrstellen der Zahnstange, aber auch allgemein durch die spezifisch hohen Zahndrücke auf die Flächeneinheit geltend machen. Dazu kommen die teuren und schwieriger zu unterhaltenden Lokomotiven. Der betriebliche Nachteil besteht in der geringen Fahrgeschwindigkeit (5—8 km/Std. auf den Zahnstrecken), die keineswegs eine freiwillige ist. Denn die bereits kurz vor Einfahrt in die Zahnstrecke in der Luft in Gang zu setzende eigentliche Zahnradmaschine mufs mit möglichst geringem Stofs in die beginnende Zahnstange eingreifen, sollen nicht Einfahr-Ende und Maschine schnellstem Verschleifs ausgesetzt werden. Das gelingt naturgemäfs nur bei vorsichtiger, also langsamer Einfahrt, die den Lokomotivführer der Möglichkeit beraubt, die Steigung zum Teil mit »Anlauf« zu nehmen. Ist die Einfahrt glücklich vollzogen, so fehlt nun auf der beginnenden starken Steigung, welche die Zugkraft der Lokomotive fast voll in Anspruch nimmt, die Möglichkeit irgend einer nennenswerten Beschleunigung. Die niedrigere Geschwindigkeit ergibt auf den naturgemäfs eingleisigen Bahnen nicht nur eine starke Beeinträchtigung der möglichen Betriebsleistung, sondern diese Beschränkung wirkt sich auch in hohem Mafse wirtschaftlich nachteilig aus. Die anteilige Belastung eines Achskilometers mit der Verzinsung und Tilgung des gerade hier hohen Anlagekapitals wird um so gröfser, je weniger Achskilometer in der Zeiteinheit gefahren werden, und der Personalbedarf, also auch die Personalausgaben, für ein Achskilometer sind ebenfalls um so höher, je geringer die Fahrgeschwindigkeit ist, da der durchschnittlichen täglichen Dienstdauer naturgemäfs obere Grenzen gezogen sind. So ist der Wunsch verständlich, bei den gemischten Bahnen — die volkswirtschaftlich mehr zurücktretenden steilen Bahnen auf Aussichtsberge sind unbedingt auf die Zahnstange angewiesen — von dem mit starken Bindungen belasteten Zahnradbetrieb loszukommen.

Einen Erfolg konnte dieses Streben nur dann haben, wenn es gelang, mit höheren Reibungsziffern sicher zu arbeiten, als sie bisher angewandt wurden. Wie hoch man dabei gehen und bis zu welcher Steigung man einen möglichen oder wirtschaftlichen Reibungsbetrieb ausdehnen konnte, mufste die Erfahrung, und zwar der planmäfsige Versuch lehren. Der Weg, mit bescheidener Reibungsziffer zu Lokomotiven zu gelangen, welche die Zahnstange auszuschalten gestatteten, verbot sich durch die Abmessungen, die man dann erhalten hätte. Denn bei der ohnehin sehr grofsen, nun allein auf die Reibungsmaschine zu übernehmenden Zugkraft kamen selbst bei starker Inanspruchnahme der Reibung bereits sehr schwere Maschinen zustande.

Steinhoff machte seinen Vorversuch mit der 1 C-Tender-Lokomotive der Flachlandstrecke Halberstadt — Blankenburg, die der preufsischen T 12 fast genau entspricht, und fand, dafs 96 t anstandslos befördert werden konnten. Bei etwa 64 t Gewicht dieser Maschine, wovon 48 t auf die Treibräder entfallen, ergab sich somit ein Zuggewicht von 160 t und eine reine Schwerkraftkomponente von $60 \times 160 = 9600$ kg, so dafs schon die »reduzierte Reibungsziffer«

$$9600 \text{ kg} : 48\,000 \text{ kg} = 1/5$$

betrug, die wirklich in Anspruch genommene, wegen der Hinzufügung des Reibungs- und Krümmungswiderstands noch darüber lag, in stärkeren Krümmungen bei 1 : 4,5. Die Versuche werden demnach bei nicht ungünstigem Wetter

stattgefunden haben; zumal mit abnehmenden Vorräten auf der Lokomotive diese Werte sich noch etwas weiter nach oben verschieben.

Der darauf in Aussicht genommenen schweren Reibungslokomotive stellte Steinhoff die Aufgabe,

200 t mit 12,5 km/Std. auf 1 : 60

zu Berg zu schleppen. Die Lösung erforderte mindestens 5 Kuppelachsen, zumal bei dem mit 16 t anzunehmenden höchsten Achsdruck für die doch als Nebenbahn gebaute Strecke, denn bei 80 t Reibungsgewicht und einem (für die Unterbringung eines leistungsfähigen grofsen Kessels und nicht zu kleiner Vorräte) geschätzten Gesamtgewicht von rd. 100 t mufste selbst die »reduzierte Reibungsziffer« bereits mit

$$\mu = \frac{(100 + 200)\,\text{t} \,.\, 60\ \text{kg/t}}{80000\ \text{kg}} = \frac{18000}{80000} = \frac{1}{4,44} = 0,225$$

in Anspruch genommen werden. Bei dem Entwurf der schweren Lokomotivgattung, deren Eigennamen mit »Mammut«, »Wisent«, »Elch« und »Büffel« schon das Gigantische andeuten sollten, sah Steinhoff und die ausführende Bauanstalt Borsig daher mit vollstem Recht eine gute Sandung des gesamten Reibungsgewichtes für beide Fahrtrichtungen vor. Denn die Sandung war bei diesem hohen Reibungswert nicht mehr die Ausnahme, sondern auf den Steilrampen die Regel, wie die obigen Ausführungen über die Reibungsziffer ohne weiteres einleuchtend machen. Die vorzügliche Sandung verdient um so mehr hervorgehoben zu werden, als bei der bald darauf für das preufsische Netz der Reichsbahn ebenfalls von Borsig gemeinsam mit dem Eisenbahn-Zentralamt entworfenen 1 E 1-Lokomotive (T 20), die zwar zunächst nicht unmittelbar für so steile Rampen, sondern für schweren Zug- und Schiebedienst auf stark steigenden Hauptbahnen bestimmt, zunächst nur 4 gesandete Achsen erhielt; die Vorderachse blieb ohne Rohre. Die Maschine hat allerdings wesentlich gröfsere Räder und damit einen gröfseren Radstand als die Blankenburger Lokomotive, und man scheute daher die bei Sandung aller 5 Achsen zum Teil weniger steil fallenden Sandrohre aus dem im übrigen der Mammutklasse nachgebildeten grofsen Sandkasten. Es sei gleich an dieser Stelle vorweg genommen, dafs dieser Rückschritt nicht aufrecht erhalten wurde. Bei den Versuchen mit der T 20-Lokomotive auf der Harzbahn im März 1923 war es nämlich bei diesigem Wetter nicht ohne weiteres möglich, einen schweren Zug, dessen Gewicht allerdings über der regelmäfsigen Betriebslast der Mammutklasse lag, auf 1 : 60 wieder anzuziehen, wenn er durch mehrfaches Schleudern der Lokomotive zum Liegenbleiben (natürlich dann unter Anziehen der Bremsen) gekommen war. Es waren nur $^4/_5$ des Reibungsgewichts mit der auch für dessen höheren Wert (rd. 90 t) gleichwohl erforderlichen hohen Reibungsziffer begabt, während die Vorderachse der »Tücke des Objekts« ausgesetzt war. Es blieb dann nichts anderes übrig, als den Heizer mit dem oben auf dem Kessel gefüllten Sandeimer nach vorn zu schicken und mit der Hand Sand vor die Vorderräder werfen zu lassen, worauf das Anziehen gelang, einmal allerdings nur unter Zerreifsung einer Zugstange im Zuge, worauf zum Aussetzen dieses Wagens bis zum nächsten Bahnhof herabgefahren und die Fahrt mit verkürztem Zuge fortgesetzt wurde. In anderen Fällen gelang es, eine ungünstige Stelle zwar unter Schleudern, aber doch ohne zum Erliegen zu kommen, mit Sandung der 4 Achsen zu überwinden. Es war jedoch klar, dafs bei dem inneren Zusammenhang zwischen starken Steigungen und der Häufigkeit starker Verminderung der natürlichen Reibung, ein derartiger und für den Heizer nicht ungefährlicher Betrieb (vereiste Bettung!) nicht bleiben konnte, und es wurde daraus die unerläfsliche Forderung für den Bau aller Steilrampen-Lokomotiven für Reibungsbetrieb entnommen: Gute Sandung des gesamten Reibungsgewichts, vor allem der jeweils vorantaufenden Kuppelachse, die ja stets zuerst solche ungünstigen Stellen erreicht und das Schleudern einleitet, falls nicht überhaupt dauerndes Sanden notwendig ist. Die zu der Versuchsfahrt benutzte T 20-Lokomotive wurde dementsprechend mit einem Hilfssandkasten dicht hinter dem Schornstein auf dem Kessel für das Sanden der Vorderachse versehen, ebenso die übrigen Lokomotiven der ersten T 20-Lieferung. Die weiteren Lieferungen erhielten einen etwas abgeänderten grofsen Sandkasten mit Fallrohren vor alle Treibachsen für beide Richtungen, wie die Mammutklasse. Dagegen war auf die Häufigkeit des Sandens insofern von vornherein besser Rücksicht genommen als beim »Mammut«, als für die Erzeugung der gebrauchten grofsen Prefsluftmengen eine zweite Luftpumpe auf der Lokomotive vorgesehen war.

Nach dieser zwanglosen Abschweifung wäre zu bemerken, dafs die beabsichtigte Ausschaltung des Zahnradgetriebs doch immerhin auch zu anderen Erwägungen Anlafs gibt und geben mufste, die mit der Talfahrt zusammenhängen. Das ist vor allem die Bremsfrage der Lokomotive selbst, die mit dem Zahnrad die kinematisch-zwangläufige Band- oder Keilnutenbremse so gut wie die gleichfalls kinematisch gesicherte Gegendruckbremse verliert. Die Gegendruckbremse an sich braucht natürlich nicht aufgegeben zu werden, und wurde es auch von Steinhoff nicht, der im Gegenteil die Bremsarbeit möglichst ganz auf sie vereinigen und den starken Verbrauch an Bremsklötzen vermeiden wollte. Aber die Gegendruckbremse wurde nun zu einer nur durch die Reibung zwischen Rad und Schiene kraftschlüssigen und erforderte daher auch für die Talfahrt die Sicherung hoher Reibungsziffern durch Sandung. Diese sind ja allerdings grundsätzlich vorhanden, wenn sie für die Bergfahrt da waren. Es darf jedoch gleich hier kurz darauf hingewiesen werden, dafs sich durch die Gegendruckbremse, die allerdings bei der Talfahrt durch die Eigenreibung der Maschine in ihrer bremsenden Wirkung unterstützt wird, einerseits die »aktiven« Dampfdrücke der Bergfahrt nicht erreichen lassen und dafs andererseits deren Kompressionstemperaturen, die nicht vom Dampf »aufgedrückt« sind, um einen in der Elektrotechnik üblichen Ausdruck zu gebrauchen, nicht leicht zu beherrschen sind. Um sich zunächst nicht in Widerspruch mit der oben angeführten Bestimmung der B.-O. zu setzen, derzufolge der reine Reibungsbetrieb im allgemeinen bei 40 v. T. endigen sollte, sah Steinhoff zunächst ein Zahnradbremsgestell vor, das wenigstens die Anwendung der kinematischen Reibungsbremse — nicht Gegendruckbremse — gestattete, sich aber als unnötig erwies und bei der 3. und 4. Lokomotive der Mammutklasse fortgelassen wurde.

Auch die Zahnradbremse der Wagen, die bei der Harzbahn übrigens nicht im Gebrauch war, würde mit dem Fortfall der Zahnstange entfallen (nicht mit dem Reibungsbetrieb, solange zunächst die Zahnstange etwa noch liegt). Über die Talfahrten auf der Harzbahn teils mit Gegendruckbremse, teils mit Kunze-Knorr-Bremse berichtet Präsident Hammer auf Grund der früheren Versuchsfahrten in seinem erwähnten Aufsatz in Glasers Annalen 1922, dem auch eine Reihe von Tatsachen (vor 1922) hier entnommen sind, a. a. O. auf Seite 199. Es geht daraus hervor, dafs die Lokomotiven der Mammutklasse mit der Gegendruckbremse aufser ihrem Eigengewicht 130 t Wagengewicht abzubremsen vermochten und dafs weiterhin bei Versuchsfahrten des Bremsausschusses mit der in beiden Richtungen abstufbaren Druckluftbremse, bei allerdings 6 at Hauptleitungsdruck ein Zug von 544,5 t ohne Lokomotive mit 87 v. H. Bremsachsen gleichmäfsig mit 24 km/Std. herabgelassen und bei Schnellbremsung dann auf 120 m gestellt werden konnte. Die überhaupt erprobten Zuggewichte waren z. T. noch wesentlich höher.

Konnte somit die Frage der Beherrschung des Zuges auch auf der Talfahrt ohne Hilfe der Zahnstange als geklärt, die

Betriebssicherheit also als erwiesen angesehen werden, so konnte die mögliche Höhe der Betriebsleistung und die Wirtschaftlichkeit allein bestimmend sein. Gegenüber den alten, wenn auch gewifs s. Z. sehr bemerkenswerten C 1-Nafsdampf-Zahnradlokomotiven der Harzbahn vermochten die 1 E 1-Heifsdampf-Reibungslokomotiven die Streckenleistung etwa auf das vierfache zu erhöhen, weil sowohl die geförderte Zuglast als auch die Geschwindigkeit aufserordentlich vergröfsert waren; für die Strecke Blankenburg—Hüttenrode gebrauchte die Zahnradmaschine 70, die Reibungsmaschine 30 Min. Fahrzeit. Dieser Umstand allein hätte schon für die Entscheidung genügt, auch wenn nicht der Kohlenaufwand für das tkm bei der Reibungsmaschine mit 0,45 t nur halb so grofs gewesen wäre, wie derjenige der alten Zahnradmaschine mit 0,9 t. Wichtig blieb gleichwohl diese Feststellung, nachdem bei unserer Brennstoffnot das Kohlenkonto jedes Energie verbrauchenden Unternehmens von stark erhöhter Bedeutung ist. Überlegen erwies sich der »Elch«, der in dankenswerter Weise von der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn der Reichsbahn zu Versuchszwecken zur Verfügung gestellt wurde, auf den thüringischen Zahnstrecken gegen die neueren, aber auch noch mit Nafsdampf betriebenen preufsischen Zahnradlokomotiven T 26 (Borsig); die geschleppte Zuglast war 50 v. H. gröfser, der Kohlenverbrauch für das tkm ohne Berücksichtigung der erhöhten Fördergeschwindigkeit 20 v. H. geringer.

Die Halberstadt-Blankenburger Bahn zog aus den Versuchen mit den beiden schweren Reibungslokomotiven die Folgerung des Verzichts auf den Zahnradbetrieb, indem sie zur Erstellung eines auch für die Höchstleistung der Strecke ausreichenden Lokomotivparks 2 weitere Lokomotiven bei Borsig in Auftrag gab. Die grofsen Verdienste Steinhoffs um die hier behandelte Frage erkannte gelegentlich des 50jährigen Jubiläums der Bahn 1923 die Technische Hochschule Hannover durch Verleihung des Ehrendoktors an.

(Fortsetzung folgt.)

Vergleichsversuche an Holzschwellen, die mit Teeröl oder Basilit getränkt sind.

Von H. P. Maas-Geesteranus, Bahndirektor der Niederländischen Eisenbahnen.

Schon vor dem Weltkriege, der alle wirtschaftlichen Verhältnisse auf den Kopf gestellt hat und deswegen jetzt die Eisenbahnverwaltungen zu der gröfsten Sparsamkeit zwingt, hat die Holländische Eisenbahn-Gesellschaft Versuche angestellt mit einer die Holzschwellen gegen Fäulnis sichernden Tränkungsflüssigkeit, die nach ihrem Erfinder, Basilius Malenković, Basilit genannt ist.

Diese Flüssigkeit besteht aus einer Lösung von 89 Teilen Fluornatrium auf 11 Teilen Dinitrophenol-Anilin.

Der Stoff wird als Salz in gelblichen Kristallen angeliefert und ist in Wasser löslich, wenn auch ziemlich schwer. Die Lösung wird in der üblichen Weise im Druckkessel in das Holz gepresst.

Das Basilit hat also den Vorteil, dafs es in trockenem Zustande, d. h. mit verhältnismäfsig geringem Gewicht und Raumbedarf angefördert werden kann. Auch ist es viel billiger als Teeröl.

Wir haben indessen das Basilit nie ohne ein gewisses Mifstrauen betrachtet; wegen seiner Löslichkeit in Wasser war nämlich zu erwarten, dafs es, besonders in dem feuchten Klima Hollands, in wenigen Jahren durch Auslaugen aus dem Holze verschwinden würde. Es wurde zwar behauptet, dafs eine gewisse chemische Verbindung des Basilits mit dem Holze entstehe, die nicht in Wasser löslich sei, und dafs deshalb das Basilit und seine Fähigkeit, Pilze zu zerstören, nicht durch Auslaugen verloren gehen könne. Der Nachweis davon konnte indessen — wenigstens für die Praxis — erst in mehrjähriger Liegedauer erbracht werden.

Die Verwendung des Basilits wurde auch in der Kriegszeit noch teilweise beibehalten; nach dem Kriege dagegen, als Teeröl wieder unbeschränkt zu einem annehmbaren Preise erhältlich war und die Verwaltung der Niederländischen Eisenbahnen eine Änderung erfahren hatte, wurde das Basilit nicht mehr zur Tränkung von Schwellen angewendet.

Da aber die finanziellen Ergebnisse der Eisenbahnen auch in Holland aufserordentlich ungünstig sind und in jeder Weise nach Ersparnissen Umschau gehalten werden mufs, ist auch die Aufmerksamkeit wieder auf das Basilit gelenkt worden. Da wir schon vor vielen Jahren mit der Verwendung angefangen hatten, lag die Aussicht vor, jetzt rasch ein ziemlich bestimmtes Urteil über die Wirksamkeit des Basilits zu gewinnen.

Glücklicherweise waren im Jahre 1913 zum Zwecke der Vergleichung in einer Versuchsstrecke hintereinander in ganz gleichen Verhältnissen 900 kieferne Schwellen, mit Teeröl nach dem Rüping-Verfahren getränkt, und 880 gleiche Schwellen, mit Basilit getränkt, verlegt worden. Die erstgenannten Schwellen hatten je 7 kg Teeröl bleibend aufgenommen; die letztgenannten waren getränkt mit 20 l einer Basilitlösung 1:80.

Die Schienen, 38,6 kg das laufende Meter schwer, sind mit Unterlagsplatten und vier Hakennägeln auf den Schwellen befestigt. Die Bettung besteht aus grobkörnigem Sand und Kies.

Die Strecke wird jetzt täglich von 25 Schnellzügen, 30 Personenzügen, 6 Güterzügen und einer allein fahrenden Lokomotive befahren; in der Kriegszeit war der Verkehr etwas geringer.

Da die Schwellen im Jahre 1923 zehn Jahre Liegedauer hinter sich hatten, war die Anschauung nicht zu gewagt, dafs ein Vergleich zwischen beiden Tränkungsarten zu einem bestimmten Ergebnis bezüglich des relativen Wertes beider Tränkungsarten führen würde.

Es wurde daher beschlossen, eine genaue Prüfung der in der Versuchsstrecke liegenden Schwellen vorzunehmen.

Eine oberflächliche Besichtigung der Schwellen zeigte keinen merklichen Unterschied; die meisten Schwellen waren noch gut erhalten, in beiden Gruppen befanden sich Schwellen, die, obschon noch nicht unbrauchbar, dennoch gerissen oder weniger tauglich aussahen.

Die Prüfung wurde der Firma Koning & Bienfait, Prüfanstalt für Baumaterialien in Amsterdam, übertragen. Ihr wurde empfohlen, besonders Folgendes zu prüfen:

a) den Gehalt an Tränkungsstoff in den Schwellen, die Tiefe der Einpressung und die Erhaltung des Tränkungsstoffes während des 10jährigen Betriebes;
b) die Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen Mikroorganismen;
c) den Widerstand des Holzes gegen Druck;
d) den Widerstand des Holzes gegen Biegung.

Diesen Aufgaben wurde Folge geleistet durch:

a) Messung der Menge des Antiseptikums im Holzgewebe, festgestellt an verschiedenen Stellen der Schwellen;
b) Mykologische Untersuchung von Schwellenschnitten;
c) Messung der Zusammenpressung von Schwellen und zwar in der Schwellenmitte und an der Schienenauflagerstelle (zu dieser Messung wurde ein Stück eines Differdinger-Trägers aufgelegt und anwachsend belastet);
d) Messung des Biegungswiderstandes, der Proportionalitätsgrenze und der Durchbiegung bei anwachsender Belastung (hierzu wurden aus den Schwellen viereckige Stäbchen gesägt und zwar aus der Schwellenmitte und an der Schienenauflagerstelle).

Für die Prüfung wurden angewendet:
zwei Zwischenschwellen und zwei Stofsschwellen, mit Teeröl getränkt,
zwei Zwischenschwellen und zwei Stofsschwellen, mit Basilit getränkt.

Die Schwellen wurden von dem zuständigen Betriebsingenieur angewiesen und zwar solche von mittlerer Güte für beide Tränkungsarten.

A. Prüfung des Gehalts an Teeröl oder Basilit.

Die Probestücke wurden längere Zeit bei mäfsiger Temperatur (ungefähr 30° C) getrocknet.

Von den mit Teeröl getränkten Stücken wurde das Gewicht festgestellt, nachher wurden die sichtbar von Teeröl gesättigten Teile von den nicht getränkten Teilen getrennt und beide Anteile gewogen.

Daneben wurde das spezifische Gewicht des nicht getränkten Holzes und des von Teeröl gesättigten Holzes bestimmt. Auf diese Weise konnte das Verhältnis des getränkten und des nicht getränkten Holzes in einem Querschnitte berechnet werden.

Das mit Teeröl getränkte Holz wurde weiter längere Zeit mit Benzol ausgezogen. Die ausgefällte Flüssigkeit wurde destilliert bis 130° und später längere Zeit mäfsig erhitzt, wodurch die letzten Spuren von Benzol verschwanden.

Bei den mit Basilit getränkten Blöcken war eine Grenzlinie zwischen getränkten und ungetränkten Stellen nicht sichtbar. Es ist auch nicht gelungen, durch Behandlung mit Farbstoffen die Verteilung des Dinitrophenol-Anilins festzustellen.

Die Probeblöcke aus den mit Basilit getränkten Schwellen wurden in zwei gleiche Teile geteilt. Eine Hälfte wurde zerkleinert und eine Probe der erhaltenen Holzsplitter mit einer reichlichen Menge von Kalkhydrat gemischt, befeuchtet und nachher verascht. Hierdurch wird das Verdunsten von Fluorverbindungen verhindert. Das Fluor wurde als Fluorkalzium gewogen und nach Basilit umgerechnet (89% NaFl).

Es ergab sich folgender Gehalt an Teeröl oder Basilit:

Mit Teeröl getränktes Holz.

Bezeichnung*)	Spez. Gewicht		Liter Öl auf 1 cbm	Spez. Gewicht des Öls bei 15° C
C. I. M.	getränkt	0,504	im getränkten Teil 37,3	1,1064
	ungetränkt	0,486	im ganzen Querschnitt 16,3	
C. I. R.	getränkt	0,483	im getränkten Teil 38,4	1,0965
	ungetränkt (berechnet)	0,431	im ganzen Querschnitt 47,0	
C. II. M.	ungetränkt	0,412	im ganzen Querschnitt 20,9	1,1086
C. II. R.	getränkt	0,446	im ganzen Querschnitt 51,0	1,0817
	ungetränkt (berechnet)	0,391		

Prüfung des Öls.

Destillation	Gewichtsanteile C. I. M. %	Gewichtsanteile C. I. R. %	Öl aus der Schwelle C. II. M. %	Öl aus der Schwelle C. II. R. %
Wasser	0,5	0,6	0,8	0,8
Öl 170° C	1,1	0,6	0,3	2,7
„ 170—210° C	0,5	—	0,6	3,6
„ 210—230° C	—	—	1,2	1,0
„ 230—300° C	13,6	28,4	16,0	15,5
„ 300—370° C	69,1	52,4	68,1	60,2
Pech	12,7	15,9	10,1	11,3
Verluste	2,5	2,1	3,0	4,8
	100,0	100,0	100,1	99,9

Gehalt an Teersäure des Öls (Raumteile):

Schwelle C. I. M. 2,9%
» C. I. R. . . . . . 2,0 »
» C. II. M. . . . . . 1,3 »
» C. II. R. . . . . . 1,3 »

*) C = Teeröl, B = Basilit, M = Mitte der Schwelle, R = Schienenauflagerstelle.

Die Destillate waren alle flüssig, Naphtaline und Anthrazeenniederschläge kamen nicht vor.

Mit »Basilit« getränktes Holz.

Es wurde der Gehalt an »Basilit« in 1 cbm Holz bestimmt.

Bezeichnung	Spez. Gewicht	„Basilit" in 1 cbm Holz g
B. I. M.	0,436	655
B. I. R.	0,440	665
B II. M.	0,387	62
B. II. R.	0,424	353

Für den Versuch wurde 100—150 g Holz verwendet.

Versuche, die Eindringungstiefe des Basilits im Holze zu bestimmen, haben keinen vollen Erfolg gehabt.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dafs an verschiedenen Stellen eines Querschnittes der Schwelle, ungefähr in der Schwellenmitte beiderseits 1,5 cm, 4,5 cm und 7,5 cm von den Seitenflächen entfernt, Löcher von 20 mm Durchmesser und 10 cm Tiefe gebohrt wurden. Der gesamte Inhalt von zwei symmetrisch gelagerten Löchern war etwa 56 ccm, d. h. 25 Gramm Holz. Der Gehalt an Basilit wurde wie oben angegeben bestimmt durch Veraschung der Bohrspäne mittels Kalkhydrat und Messung der Menge Fluorkalzium. Da aber Fluorkalzium einigermafsen in Wasser löslich ist, eignet sich dieser Weg nicht für genaue vergleichende Versuche.

Fafst man die obenerwähnten Ergebnisse zusammen, so ergibt sich, dafs die gefundene Menge Teeröl in einem Raummeter Holz durchschnittlich betragen hat:

Mitten in den Schwellen 18,6 l = ~ 20,5 kg,
An den Aufsenseiten 49,0 l = ~ 54,0 kg.

Diese Mengen sind gering, wenn man sie mit der Tatsache zusammenhält, dafs bei der Tränkung nach dem Rüpingschen Sparverfahren ein Kubikmeter Kiefernholz ungefähr 70 kg Teeröl aufnimmt.

Das ausgezogene Teeröl enthielt nur geringe Mengen an leichten und mittelschweren Ölen (230° C), der Pechrest bei Verduftung war ziemlich hoch. Der Gehalt an Naphtalin und Teersäure war gering.

Die ursprüngliche Zusammensetzung des verwendeten Teeröls ist nicht bekannt; jedoch erscheint die Annahme, dafs Naphtalin und Teersäure gröfstenteils verduftet sind oder ausgelaugt wurden, nicht zu gewagt.

Auch das spezifische Gewicht (zirka 1,1) ist höher als es im Anfang gewesen sein kann, vermutlich infolge Polymerisation und Oxydation. Die Ziffern für den Gehalt an Basilit erlauben keine Schlufsfolgerungen.

Es scheint, dafs Schwelle B II in der Mitte wenig Antiseptikum enthalten hatte und im allgemeinen weniger damit gesättigt war als Schwelle B I.

B. Mykologische Untersuchung.

Für diesen Versuch wurden von je zwei mit Teeröl und zwei mit Basilit getränkten Schwellen 6 Querscheiben verwendet, aus welchen am Schwellenende von der Oberseite und der Unterseite in Schwellenmitte von der Mitte und der Seite und ebenso an der Schienenauflagerstelle Probestücke entnommen wurden.

Abgesehen von den Schienenauflagerstellen waren die Schwellen noch in gutem Zustande. Ein irgendwie beachtlicher Angriff durch Fungi oder Holzpilze war nicht zu bemerken. Die mit Teeröl getränkten Schwellen waren ganz frei von Mikeliumdrähten dieser Mikroorganismen. In den beiden mit Basilit getränkten Schwellen wurden solche Drähte zwar gefunden, aber nur vereinzelt und hauptsächlich in den äufseren Schichten bis 1,5 cm tief.

Von einem wahrnehmbaren Verderb des Holzes durch diese Pilze konnte aber nicht die Rede sein.

Es ist nicht ausgeschlossen, dafs die Ansteckung des Holzes schon vor der Tränkung stattgefunden hat.

Insoweit Verfaulung zu bemerken war, besonders an den Schienenauflagerstellen, war diese rein chemischer Art und bestand aus einer Zersetzung des Holzstoffes, unter Abscheidung von Lignin-Bestandteilen, wobei freie Zellulose entsteht und der Zusammenhang der Fasern verloren geht. Diese Zersetzung entsteht besonders im Herbstholz.

Bezüglich dieser Zersetzung ist ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Schwellenarten zu vermerken.

Abgesehen von den Schienenauflagerstellen trat diese Beschädigung bei den mit Teeröl getränkten Schwellen stärker hervor als bei den mit Basilit getränkten Schwellen, ohne indessen bedenklich genannt werden zu können.

An den Auflagerstellen ist diese Zersetzung besonders an der Innenseite der Unterlagsplatten merkbar und zwar ist dieselbe schlimmer bei den mittels Teeröl getränkten Schwellen als bei den anderen.

Bei den mittels Teeröl getränkten Schwellen ist diese Zersetzung bis zu einer Entfernung von 3,5 und 4 cm von den Unterlagsplatten wahrnehmbar, während bei den mit Basilit getränkten Schwellen diese Ziffern 0,5 und 3 cm betragen.

Das weiter nach innen liegende Holz ist bei den mit Basilit getränkten Schwellen ganz unversehrt, während es bei den mit Teeröl getränkten Schwellen noch Spuren von Zersetzung zeigt.

Hieraus wäre die Schlufsfolgerung zu ziehen, dafs das mit Basilit getränkte Holz mechanischen Angriffen besser widersteht als das mit Teeröl getränkte Holz.

Die Neigung zu Pilzangriffen wurde durch Kulturversuche geprüft.

Holzmehl, das durch Ausbohren von Scheiben aus der Schwellenmitte entnommen war, wurde dem Angriff von Methangährungsfermenten ausgesetzt. Diese Fermente haben die Eigenschaft, die Zellulose aus dem Holz, das dem Angriff von Mikroorganismen unterliegt, in Methangas und organische Säure zu zersetzen. Die Säure wird bei Zufügung von Kalziumkarbonat unter Entwicklung von Kohlensäure weiter zersetzt. Die bei dieser Zersetzung aus einer gewissen Menge Holz entwickelte Gasmenge und die Geschwindigkeit der Entwicklung des Gases ergibt ein Mafs für die Empfindlichkeit des Holzes gegen Mikroorganismen. Für die Versuche wurden 5 g Holz verwendet; zum Vergleich wurden auch Proben aus ungetränktem Kiefernholz eingesetzt.

Nachstehend sind die Ergebnisse dieser Versuche zusammengestellt:

Holzart	cbm Gas in 30 Kulturtagen		cbm Gas täglich vom 20. biz 30. Kulturtag	durchschnittlich
	im Ganzen	durchschnittlich		
Kiefernholz ungetränkt	28,5	—	1,05	1,05
C. I. M.	2,9	1,5	0,14	0,07
C. II. M.	0,0		0,0	
B. I. M.	1,4	1,6	0,04	0,035
B. II. M.	1,8		0,03	

Die Schlufsfolgerung der Versuche B kann lauten:

Sowohl die mit Teeröl getränkten, wie die mit Basilit getränkten Schwellen sind in den zehn Betriebsjahren nicht von Pilzen angegriffen worden.

Die Verwitterung der Teeröl-Schwellen unter atmosphärischen Einflüssen ist gröfser als die der Basilit-Schwellen.

Der Widerstand gegen die Zellulose-Vergährung der Mikroorganismen (Fungi) ist bei beiden Tränkungsarten sehr gut.

Die gegen Fäulnis schützende Kraft beider Tränkungsarten ist als gleichwertig zu betrachten.

C. Widerstand gegen Druck.

Die Schwellen wurden stufenweise mittels eines Doppel-T-Trägers, Differdinger Nr. 20, belastet; die Belastungsflächen lagen in der Mitte (M) und an den Schienenauflagerstellen (R_1 und R_2). Die Anfangsbelastung war 1000 kg; die Belastung wurde nach Messung der Einpressung jedesmal um 1000 kg erhöht und wieder auf 1000 kg zurückgeführt.

1. Gänzliche Einpressung (in mm).

(Alle Ziffern sind umgerechnet auf eine Druckoberfläche von 450 qcm).

Bezeichnung des Probestückes	Belastung (in kg)						
	2000	4000	6000	8000	10000	12000	13000
C. I. R_1	1,6	2,9	3,8	5,0	6,4	7,9	8,7
C. I. R_2	2,0	3,9	5,3	6,9	8,5	10,3	11,7
C. II. R_1	2,2	3,5	4,8	5,9	7,1	9,8	11,3
C. II. R_2	2,2	4,1	5,9	7,6	9,7	12,1	14,1
Durchschnittlich	2,0	3,6	5,0	6,4	7,9	10,0	11,5
B. I. R_1	1,9	3,7	5,7	7,5	9,4	12,0	13,3
B. I. R_2	1,9	3,0	4,0	5,0	6,2	7,7	8,8
B. II. R_1	1,3	2,4	3,3	4,6	5,7	7,2	7,6
B. II. R_2	1,7	3,4	5,0	6,3	8,2	10,5	11,9
Durchschnittlich	1,7	3,1	4,5	5,9	7,4	9,4	10,4
C. I. M	0,5	0,9	1,4	2,0	2,8	4,5	5,9
C. II. M	0,6	1,0	1,7	2,3	2,9	4,1	6,1
Durchschnittlich	0,6	1,0	1,6	2,2	2,9	4,3	6,0
B. I. M	0,3	0,9	1,4	2,1	3,5	5,9	8,3
B. II. M	0,4	0,9	1,4	2,0	3,5	6,7	8,9
Durchschnittlich	0,4	0,9	1,4	2,1	3,5	6,3	8,6

2. Federnde Einpressung (in mm).

Bezeichnung des Probestückes	Belastung (in kg)						
	2000	4000	6000	8000	10000	12000	13000
C. I. R_1	1,0	1,7	2,0	2,9	3,7	4,3	4,0
C. I. R_2	1,1	2,1	2,9	3,9	4,7	5,9	6,7
C. II. R_1	0,9	1,5	2,3	2,8	3,7	4,9	5,9
C. II. R_2	1,0	1,9	2,7	3,7	4,7	6,1	6,9
Durchschnittlich	1,0	1,8	2,5	3,3	4,2	5,3	5,9
B. I. R_1	0,8	1,7	2,6	3,4	4,2	5,5	5,9
B. I. R_2	0,9	1,5	2,0	2,5	3,4	4,2	4,7
B. II. R_1	0,8	1,2	1,7	2,6	3,2	3,9	4,3
B. II. R_2	0,8	1,8	2,3	3,1	4,1	5,3	5,4
Durchschnittlich	0,8	1,6	2,2	2,9	3,7	4,7	5,1
C. I. M	0,3	0,5	0,8	1,3	1,7	3,0	4,1
C. II. M	0,4	0,7	1,0	1,6	2,2	2,6	4,0
Durchschnittlich	0,4	0,6	0,9	1,5	2,0	2,8	4,1
B. I. M	0,2	0,6	0,7	1,2	1,8	2,9	5,1
B. II. M	0,3	0,8	1,0	1,7	2,2	3,8	5,3
Durchschnittlich	0,3	0,7	0,9	1,5	2,0	3,5	5,2

3. Bleibende Einpressung (in mm).

Bezeichnung des Probestückes	2000	4000	6000	8000	10000	12000	13000
C. I R_1	0,6	1,2	1,8	2,1	2,7	3,6	4,7
C. I. R_2	0,9	1,7	2,4	3,0	3,8	4,4	5,0
C. II. R_1	1,3	2,0	2,5	3,1	3,4	4,9	5,4
C. II. R_2	1,2	2,2	3,2	3,9	5,0	6,0	7,2
Durchschnittlich	1,0	1,8	2,5	3,1	3,7	4,7	5,6
B. I. R_1	1,1	2,0	3.1	4,1	5,2	6,5	7,4
B. I. R_2	1,0	1,5	2,0	2,5	2,8	3,5	4,1
B. II. R_1	0,5	1,2	1,6	2,0	2,5	3,3	3,3
B. II. R_2	0,9	1,6	2,7	3,2	4,1	5,2	6,5
Durchschnittlich	0,9	1,5	2,3	3,0	3,7	4,7	5,3
C. I. M	0,2	0,4	0,6	0,7	1,1	1,5	1,8
C. II. M	0,2	0.3	0,7	0,7	0,7	1,5	2,1
Durchschnittlich	0,2	0,4	0,7	0,7	0,9	1,5	2,0
B. I. M	0,1	0,3	0,7	0,9	1,7	3,0	3,2
B. II. M	0,1	0,1	0,3	0,3	1,5	2,9	3,6
Durchschnittlich	0,1	0,2	0,5	0,6	1,6	2,8	3,4

(Belastung (in kg).)

Der Wassergehalt im Holze betrug dabei zwischen 40,6 und 92,4 $^0/_0$.

Der Widerstand gegen Druck ist also am Schienenauflager bei beiden Schwellenarten geringer als in der Mitte, was auf dem bereits eingeleiteten Verderb an der Schienenauflagerstelle zurückzuführen ist; dieser Widerstand ist bei den mit Teeröl getränkten Schwellen um ein weniges geringer als bei den mit Basilit getränkten Schwellen. Dagegen ist der Widerstand in der Mitte bei den mit Teeröl getränkten Schwellen gröfser. Ein bedeutender Unterschied ist jedoch nicht zu verzeichnen.

D. Biegeversuche.

Die Proben wurden aus den Schwellen gesägt, und zwar unter dem Schienenauflager und aus der Schwellenmitte. Sie hatten quadratischen Querschnitt von 5 × 5 cm und waren 80 cm lang. Die Proben wurden auf festen Stützen, in einer Entfernung von 70 cm, gelagert und an zwei Stellen, je 15 cm aufserhalb der Mitte, belastet.

Die Belastung wurde stufenweise erhöht; bei jeder Belastungserhöhung wurde die Durchbiegung in der Mitte des Trägers, also zwischen den beiden Angriffsstellen, bestimmt.

Die Ergebnisse sind nachstehend zusammengestellt.

Belastung	C. I R.	C. I. M.	C. II. R.	C. II. M.	B. I. R.	B. I. M.	B. II. R.	B. II. M.
	Durchbiegung mm							
100 kg	1,5	1,5	1,6	1,5	1,2	1,3	3,1	2,5
200 „	2,7	2,7	2,9	2,9	2,5	2,4	5,8	4,9
300 „	4,0	4,3	4,0	4,1	3,7	3,7	9,2	7,1
400 „	5,2	5,7	5,2	5,4	4,9	4,8	Inmitten des Probestückes befanden sich Astknoten.	9,4
500 „	6,4	7,2	6,3	6,7	6,0	6,0		12,5
600 „	7,6	8,6	7,6	8,1	7,2	7,2		17,7
700 „	9,2	10,8	8,8	9,5	8,8	8,6		—
800 „	11,3	14,0	10,3	11,6	10,4	10,2		—
900 „	15,2	20,0	12,5	14,9	14,0	12,8	—	—
1000 „	—	—	—	—	18,0	17,7	—	—
1100 „	—	—	—	—	32,0	29,6	—	—

Belastung	C. I. R.	C. I. M.	C. II. R.	C. II. M.	B. I. R.	B. I. M.	B. II. R.	B. II. M.
	Durchbiegung mm							
Proportionalitätsgrenze kg	700	700	800	800	700	800	300	500
Spannung kg/qcm	336	336	384	384	336	384	144	240
Durchbiegung mm	9,2	10,8	10,3	11,6	8,8	10,2	9,2	12,5
Bruchbelastung kg	1000	950	1000	1025	1125	1125	375	650
Spannung kg/qcm	480	456	480	492	540	540	180	312
Durchbiegung mm	34,4	28,4	28,4	26,0	39,2	35,6	16,0	23,2
Biegungsarbeit bis Proportionalitätsgrenze kgm	3,24	4,02	4,09	4,88	3,17	5,25	1,41	3,24
Desgleichen bis zum Bruch	26,37	19,29	21,06	18,37	33,96	30,27	3,71	9,53
Wassergehalt in $^0/_0$ des Gewichts des trockenen Holzes	46,0	55,0	37,5	24,3	40,4	35,3	51,2	45,4

Die Ziffern für die Biegungsfestigkeit erlauben keine bestimmte Schlufsfolgerung.

Fafst man die Ergebnisse der verschiedenen Versuche zusammen, so scheint das Basilit als Vorbeugungsmittel gegen Fäulnis von Eisenbahnschwellen dem bisher als bestes Mittel anerkannten Teeröl nicht nachzustehen.

Der Preis des Basilits beträgt, in Holland geliefert, jetzt 0,95 Holl. Gulden für 1 kg; der Preis des Teeröls, der im letzten Jahre stark gestiegen ist, jetzt 93,7 Holl. Gulden für 100 kg.

Da eine Kiefernschwelle 7 kg Teeröl nach dem Rüping-Verfahren oder 20 kg Basilitlösung 1 : 80, also 2,5 kg des festen Salzes erfordert, so beträgt der Preisunterschied für eine Schwelle rund 40 Holl. Cents, was einer Ersparnis an Kosten für den Tränkungsstoff von rund 60 $^0/_0$ entspricht.

Zieht man aufserdem in Betracht, dafs das Tränkungsverfahren billiger ist, so gestalten sich diese Ziffer noch viel günstiger.

Der Preis einer Kiefernschwelle ist jetzt in Holland ungefähr 3,2 Holl. Gulden; die mit Teeröl getränkte Schwelle kann auf 4,5 Holl. Gulden, die mit Basilit getränkte Schwelle auf 4 Holl. Gulden veranschlagt werden; der Altwert beider Schwellenarten auf 1,5 Holl. Gulden. Die Gebrauchtswerte stellen sich daher, nach Erhöhung um 20 Cents für die Verlegungskosten, auf 3,20 Holl. Gulden und 2,70 Holl. Gulden.

Setzt man die Gebrauchsdauer einer mit Teeröl getränkten Kiefernschwelle auf 16 Jahre an, so wäre es — bei einer Verzinsung von 5 $^0/_0$ — noch kein Nachteil, wenn die mit Basilit getränkte Schwelle nach gut 14 Jahren ausgewechselt werden müfste.

Da es sich jetzt nach zehnjährigem Gebrauch voraussehen läfst, dafs die Schwellen eine bedeutend längere Lebensdauer haben werden, ist die Tränkung mittels Basilit unseres Erachtens als eine bedeutende Ersparnis anzusehen.

Die Bahnverwaltung der Niederländischen Eisenbahnen hat sich deswegen entschlossen, für ihre Kiefernschwellen zur Basilit-Tränkung überzugehen.

Auch eichene und buchene Schwellen wurden versuchsweise mit Basilit getränkt. Seit 1916 liegen einige Hundert dieser Schwellen in der Strecke, konnten aber noch nicht eingehend untersucht werden.

Sollte sich herausstellen, dafs das Basilit auch für Buchenholz empfehlenswert ist, so würde der Vorteil selbstredend

noch bedeutender werden, und zwar wegen der gröſseren Menge des zu verwendenden Tränkungsstoffes. Denn einem Bedarf von 15 kg Teeröl entsprechen 30 kg Basilitlösung, dem Preise nach rund 1,40 Holl. Gulden gegen 0,36 Holl. Gulden, was einen Preisunterschied von 1,04 Holl. Gulden für jede Schwelle entspricht.

Dabei ist die Lebensdauer einer mit Teeröl getränkten Buchenschwelle bedeutend länger als die einer ebenso getränkten Kiefernschwelle. Rechnet man die Gebrauchsdauer einer mit Teeröl getränkten Buchenschwelle zu 25 Jahren, so muſs eine mit Basilit getränkte Buchenschwelle 20 Jahre gebrauchsfähig bleiben, um als gleichwertig betrachtet werden zu können. Ob das der Fall sein wird, kann auf Grund der bisherigen Erfahrungen noch nicht gesagt werden.

Die oben geschilderten Beobachtungen sollen später auch auf Buchenschwellen ausgedehnt werden.

Verstärkung der Wagenpuffer.

Mit Abb. 1 bis 6 auf Tafel 4.

Die bei Güterwagen der Deutschen Reichsbahn bisher ausschlieſslich verwendeten Stangenpuffer haben sich für die neuzeitlichen Verhältnisse als zu schwach erwiesen. Die häufigen Verbiegungen und Brüche verursachen hohe Kosten. Die Deutsche Reichsbahn hat daher in neuerer Zeit probeweise Hülsenpuffer verwendet, deren gröſsere Widerstandsfähigkeit eine beträchtliche Herabminderung der Unterhaltungskosten erwarten läſst. Abb. 1 und 2 auf Taf. 4 zeigen die beiden zugelassenen Bauarten »Rheinmetall« und »Siegen«. Bei der ersteren Bauart ist zum Zwecke des Einsetzens einer neuen Feder das Lösen der Verbindung zwischen Puffergehäuse und Kopfstück des Wagens erforderlich, während bei der Bauart Siegen nach Entfernung des Vorsteckbolzens der Puffer für sich allein mit geringerem Zeitaufwand abgenommen werden kann.

Die Einführung der Hülsenpuffer bedeutet sicherlich einen wesentlichen Fortschritt in der Ausbildung der Stoſsvorrichtungen. Wegen der hohen Kosten können sie jedoch nur allmählich eingeführt werden, indem neu zu bauende Wagen mit Hülsenpuffern anstelle von Stangenpuffern ausgerüstet werden.

Neuere Vorschläge und Patente zielen darauf ab, einen Teil der Stoſskraft, die der Puffer aufzunehmen hat, durch Reibung zu vernichten. Bei den gewöhnlichen Federungspuffern erzeugt die gespannte Feder einen Rückstoſs zwischen den aufeinanderprallenden Wagen, der in den meisten Fällen nicht erwünscht ist; durch den Reibungspuffer soll dieser Rückstoſs abgeschwächt werden. Die Firma Max Jüdel in Braunschweig bringt eine Reibungspufferfeder in Vorschlag, deren Einbau in einen Hülsenpuffer Bauart »Rheinmetall«, Abb. 3 auf Taf. 4 zeigt. Die Reibungsfeder besteht aus einer inneren Schraubenfeder und einer äuſseren Bremsfeder, deren Windungen in den Vertiefungen zwischen den Windungen der inneren Feder liegen. Querschnitte und Durchmesser beider Federn sind so gewählt, daſs die äuſsere Bremsfeder eingeklemmt wird, wenn die innere Schraubenfeder eine Eindrückung von etwa 30 mm erlitten hat. Bei weiterem Zusammendrücken wird die Bremsfeder durch die innere Schraubenfeder auseinander gedrückt, wobei starke Reibungskräfte auftreten, die die Stoſsarbeit aufzehren, dadurch zur Schonung der Puffer und des Wagenuntergestells beitragen und den Rückstoſs abmindern. Den Verlauf der Stoſskräfte bei beiden Federarten zeigen die Abb. 5 und 6 auf Taf. 4. Einen Vorschlag zur Verstärkung von Stangenpuffern bisheriger Bauart unter Verwendung einer solchen Reibungsfeder zeigt Abb. 4 auf Taf. 4. Die Pufferverstärkung besteht aus einem aus Fluſseisenguſs hergestellten Stöſselrohr, das an einem Ende mit dem Pufferteller vernietet und am anderen Ende auf dem glatt gedrehten Hals des Puffergehäuses geführt wird. Der Hals des Puffergehäuses müſste zu diesem Zwecke um 85 mm verlängert werden, was z. B. durch elektrische Stumpfschweiſsung erfolgen könnte. Das Widerstandsmoment der Pufferstange wird durch das Stöſselrohr von 41 cm^3 auf 185 cm^3 erhöht, während das Widerstandsmoment des Pufferhalses nur 175 cm^3 beträgt. Diese Verstärkung der Stoſsvorrichtung würde voraussichtlich eine Verminderung der Pufferschäden zur Folge haben, auch wenn mit einer Beschädigung des Puffergehäuses gelegentlich besonders scharfer Aufstöſse gerechnet werden muſs. Pfl.

Beeinflussung von bahneigenen Schwachstromleitungen durch fremde Starkstromleitungen.

Von Regierungsbaurat Odenbach in Halle (Saale).

Hierzu Abb. 2 auf Tafel 5.

Die Elektrowerke A. G. Berlin haben im Jahre 1921 eine Hochvoltleitung (100000 Volt) zwischen dem Kraftwerk Lauta in der Lausitz und der Stadt Groſsenhain in Sachsen in Betrieb genommen. Diese Hochvoltleitung kreuzt (s. Lageplan Abb. 2 auf Taf. 5) die zweigleisige Hauptbahn Falkenberg—Kohlfurt bei Schwarzkollm in km 81,0, die eingleisige Hauptbahn Senftenberg—Kamenz zwischen Ruhland und Wiednitz bei km 138,5 und läuft mit der eingleisigen Hauptbahn Cottbus—Groſsenhain zwischen den Bahnhöfen Ortrand und Schönfeld auf eine Länge von 9,7 km in einem Abstande von durchschnittlich 800 m parallel. Der geringste Abstand beträgt rund 265 m. Da im Bezirk der Reichsbahndirektion Halle bereits an mehreren Stellen durch die vorhandenen Hochspannungsleitungen erhebliche Störungen in den eindrahtigen Streckenfernsprechleitungen usw. sich gezeigt hatten, war bei dieser Hochvoltleitung besondere Vorsicht geboten. Besonders galt dies für die Parallelstrecke Schönfeld—Ortrand. Streckenblockung ist hier zwar nicht vorhanden, jedoch verbindet diese beiden Zugmeldestellen eine eindrähtige Läuteleitung, Streckenfernsprech- und Morse-(Zugmelde)-leitung. Die Elektrowerke glaubten nicht, daſs irgendwelche störenden Beeinflussungen der in Frage kommenden Fernmeldeleitungen möglich wären. Im Verhandlungswege wurde im Vertrage über die beiden Kreuzungen festgelegt, daſs Messungen an den bahneigenen Schwachstromleitungen zwischen Ortrand und Schönfeld an Hand eines von der Reichsbahndirektion Halle aufgestellten Meſsplanes nach Inbetriebnahme der Hochvoltleitung stattfinden sollten und von dem Ergebnis dieser Messungen es abhängig sein sollte, welche Vorkehrungen zum Schutze der Schwachstromleitungen auf Kosten Kosten der Elektrowerke getroffen werden müſsten.

Diese Messungen haben Anfang Januar 1922 stattgefunden. Es beteiligten sich das telegraphen-technische Reichsamt und die Firma Siemens & Halske. Die notwendigen Meſsinstrumente wurden von der Firma Siemens & Halske (Wernerwerk) und dem telegraphen-technischen Reichsamt zur Verfügung gestellt. Bei den Messungen sind auſser den Eisenbahnleitungen noch zwei Reichstelegraphenleitungen benutzt worden, von denen die eine am Bahnkörper am gleichen Gestänge mit den Eisenbahnleitungen, die andere teilweise in einem gröſseren Abstande von der Hochspannungsleitung an der Landstraſse verläuft (s. Übersichtskarte Abb. 2 auf Taf. 5).

Die Untersuchungen sind ausgeführt:

1. bei fehlerfreiem Drehstromnetz
2. bei Erdschluſs in einer Phase
3. bei Erdschluſs in zwei Phasen.

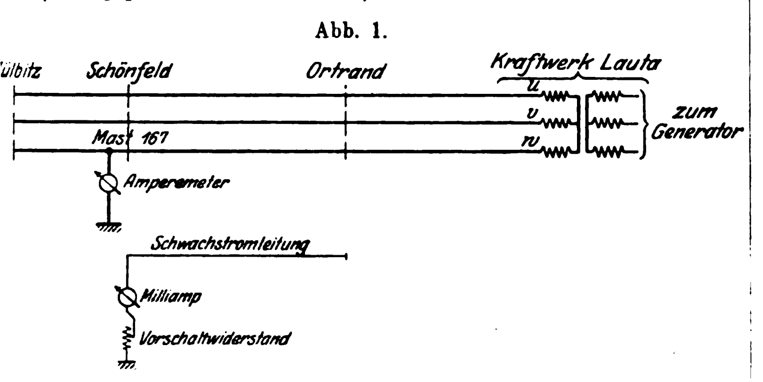


Der Bericht über die Messungen lautet:

1. Bei fehlerfreiem Drehstromnetz waren Beeinflussungen in den Schwachstromleitungen nicht feststellbar. Ein empfindlicher Strommesser (Mefsbereich bis 17 M. A.) der in die eindrähtige Telegraphenleitung Schönfeld — Ortrand nach Abschaltung der Betriebsapparate geschaltet wurde, zeigte nicht den geringsten Ausschlag. Ein schwaches Summen, in den Fernsprechern der eindrähtigen Streckenfernsprechleitung Schönfeld—Ortrand wurde nicht durch die Hochspannungsleitungen des Kraftwerkes Lauta verursacht, da nach Ausschaltung des Kraftwerkes das Geräusch nicht verschwand. Wahrscheinlich wird das summende Geräusch von den am gleichen Gestänge führenden anderen Schwachstromleitungen, die an anderen Stellen von Überlandzentralen beeinflufst werden, und die daher induzierte Ströme führen, induktiv übermittelt.

2. Um festzustellen, wie die Schwachstromleitungen bei Erdschlufs einer Phase beeinflufst werden, wurde eine Phase des Netzes geerdet. Die Erdung wurde über einen Strommesser am Mast 167 beim Bahnhof Schönfeld vorgenommen (s. Lageplan und Textabb. 1).

Abb. 1.



Die verkettete Spannung betrug hierbei 60000 Volt. Der Erdschlufsstrom betrug, da zwei Drehstromsysteme am Gestänge führen, 16 Amp.

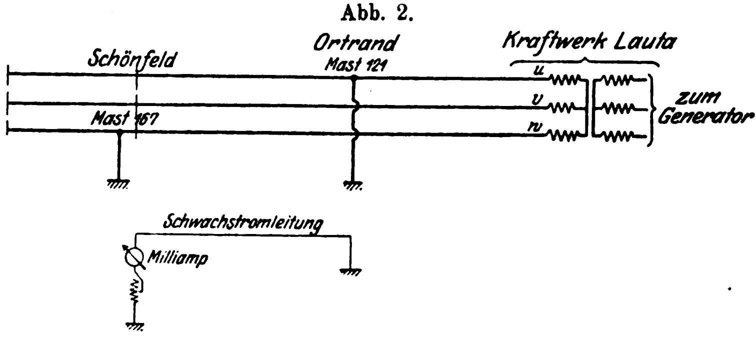
Zur Ermittlung, ob durch Erdschlufs einer Phase elektrostatische Wirkungen auf die Schwachstromleitungen ausgeübt werden, wurde die rund 9,7 km lange Eisenbahnstreckenfernsprechleitung Schönfeld — Ortrand in Schönfeld über ein Milliamperemeter geerdet; am anderen Ende in Ortrand war die Leitung isoliert. Die Betriebsapparate der Leitung, die Streckenfernsprecher, waren während des Versuches von der Leitung abgeschaltet.

Es zeigte sich, dafs ein über das Milliamperemeter abfliefsender Influenzstrom nicht feststellbar war. Erdete man die Schwachstromleitung über einen Fernhörer, so war im letzteren ein schwaches Summen wahrnehmbar, das geringer nach Aufhebung des Erdschlufses wurde. Eine elektrostatische Einwirkung auf die Schwachstromleitungen findet daher nicht, oder jedenfalls nur in äufserst geringem, nicht störendem Mafse statt. Auch bei Erhöhung der Betriebsspannung des Kraftwerkes auf 110000 Volt werden elektrostatische Beeinflussungen nicht stattfinden.

Wurde die Schwachstromleitung auch am anderen Ende in Ortrand geerdet, so waren induktive Beeinflussungen von dem Erdschlufsstrom feststellbar. Die induzierte Stromstärke in der Schwachstromleitung betrug hierbei 5,8 M. A. Da der gesamte Widerstand des induzierten Kreises 1000 Ohm betrug, ergibt sich die induzierte Spannung in der Leitung zu 5,8 Volt. Ein Gleichstrompotential zwischen den beiden Erden der Schwachstromleitung war nicht vorhanden.

3. Um die Wirkungen von zwei erdgeschlossenen Phasen auf die Schwachstromleitungen kennen zu lernen, wurde eine Phase in Schönfeld am Mast 167, eine andere Phase in Ortrand am Mast 121 direkt geerdet (Lageplan und Textabb. 2).

Abb. 2.



Während der Versuche hielt das Kraftwerk den Kurzschlufsstrom dauernd auf einem konstanten Wert von 50 resp. 62,5 Amp.

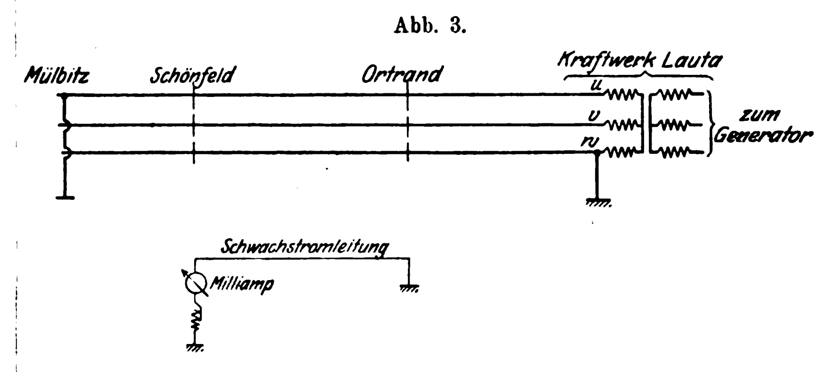
In den Schwachstromleitungen wurden hierbei folgende E. M. K.-Werte ermittelt, die in Übersicht 1 wiedergegeben sind.

Übersicht 1.

Lfd. Nr.	Leitung	Induzierte Stromstärke Ma	Gesamtwiders und des induzierten Kreises Leitungs-, Instrumenten- u. Vorschaltewiderstand Ω	Induzierte elektromot. Kraft Volt
	Bei 50 Amp. Kurzschlufsstrom:			
1	Eisenbahn-Fernsprech-Leitung Schönfeld—Ortrand	9,5	3000	28,5
2	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand	9,5	3000	28,5
3	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand—Ruhland . .	9,5	3000	28,5
4	Postleitung an der Eisenbahn Grofsenhain-Schönfeld-Ortrand-Ruhland	9,5	3000	28,5
5	Postleitung an der Landstrafse Schönfeld—Ortrand	9,0	1180	10,6
6	Postleitung an der Landstrafse Grofsenhain—Schönfeld—Ortrand	8,2	1315	10,8
	Bei 62,5 Amp. Kurzschlufsstrom:			
7	Eisenbahn-Fernsprech-Leitung Schönfeld—Ortrand	11,5	3000	34,5
8	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand	11,5	3000	34,5

Weitere Versuche sind angestellt worden bei Herstellung der Phasenerdschlüsse in Lauta und Mülbitz (Textabb. 3). Die ermittelten Werte sind in der Übersicht 2 wiedergegeben.

Abb. 3.



Die Beeinflussungen der Schwachstromleitungen sind hierbei rein elektromagnetischer Natur. Wären Wirkungen durch Streuströme vorhanden, so müfste man in den Fällen, wo die Erden der Schwachstromleitungen in Nähe der Erdungspunkte der Hochspannungsleitungen lagen, andere Werte erhalten, als in den Fällen, wo die Erden der Schwachstromleitungen weit

aus dem Störungsgebiet herausgeführt waren. Vergleicht man die Ergebnisse, die an den Leitungen Schönfeld - Ortrand ermittelt sind (Messungen Nr. 1 und 2) mit denen, die an den Leitungen Schönfeld – Ruhland resp. Grofsenhain—Ruhland ermittelt sind (Messungen Nr. 3 und 4) so sieht man, dafs in beiden Fällen die gleichen E. M. K.-Werte festgestellt sind. Im ersteren Falle lagen die Erden der Schwachstromleitungen viel näher an den Erdpunkten der Hochspannungsleitung (die Hochspannungsleitungen waren hierbei bei Mast 167 und Mast 121, also bei Schönfeld und Ortrand geerdet) als im letzteren Falle.

Übersicht 2.

Lfd. Nr.	Leitung	Induzierte Stromstärke Ma	Gesamtwiderstand des induzierten Kreises Leitungs-, Instrumenten- u. Vorschaltewiderstand Ω	Induzierte elektromot. Kraft Volt
	Bei 50 Amp. Kurzschlufsstrom:			
9	Eisenbahn-Fernsprech-Leitung Schönfeld—Ortrand	9,8	3079	30,2
10	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand	9,8	3172	31,0
11	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand—Ruhland . .	10,4	3327	34,6
12	Postleitung an der Eisenbahn Grofsenhain—Schönfeld—Ruhland	12,2	3470	42,3
13	Postleitung an der Eisenbahn Grofsenhain—Schönfeld	7,5	1148	8,6
14	Postleitung an der Landstrafse Grofsenhain—Schönfeld	10,2	1228	12,5
15	Postleitung an der Landstrafse Schönfeld—Ortrand	9,0	1105	10,0
16	Postleitung an der Landstrafse Grofsenhain—Schönfeld—Ortrand	17,2	1240	21,4
	Bei 62,5 Amp. Kurzschlufsstrom:			
17	Eisenbahn-Fernsprech-Leitung Schönfeld—Ortrand	12,0	3079	37,0

Bei der Betrachtung der Ergebnisse fällt auf, dafs die Leitungen Schönfeld—Ortrand etwas stärker induziert werden, wenn die Phasenerdschlüsse in Lauta und Mülbitz hergestellt werden, als bei Herstellung der Phasenerdschlüsse in Schönfeld und Ortrand (Messungen Nr. 1, 2, 7, 8 gegen 9, 10, 17). Die Ursache dieser Erscheinung ist in dem Rückstrom führenden Erdseil zu suchen, das in dem einen Falle eine stärkere Kompensationswirkung ausübte, als in dem anderen Falle. Lagen die Phasenerdschlüsse in Ortrand und Schönfeld, so flofs von Schönfeld aus in Richtung Ortrand durch das Erdseil Rückstrom, der natürlich infolge der grofsen Erdableitungen des Erdseiles stark gedämpft wurde. Immerhin wurde durch diesen Rückstrom das magnetische Feld der stromführenden Phasen geschwächt, so dafs auf die Schwachstromleitungen Schönfeld—Ortrand eine geringere Induktionswirkung ausgeübt wird. Lagen die Phasenerdschlüsse in Lauta und Mülbitz, so war der von Mülbitz aus in das Erdseil fliefsende Rückstrom in Schönfeld bereits so stark gedämpft, dafs er eine induzierende, bzw. kompensierende Wirkung nicht mehr ausüben konnte. In diesem Falle mufs also auf die Schwachstromleitungen Schönfeld—Ortrand eine gröfsere Induktionswirkung ausgeübt werden.

Für die Leitungen der einzelnen Streckenabschnitte ergeben sich nun bei der Herstellung der Phasenerdschlüsse in Mülbitz und Lauta folgende E. M. K.-Werte für 100 Amp./km, d. h. induzierte elektromotorische Kräfte für 100 Amp. und 1 km Parallelführung resp. für 1 Amp. und 100 km Parallelführung, wie sie in Übersicht 3 vermerkt sind.

Übersicht 3.

Leitung	Mittlerer Abstand von der Hochsp.-Leitung km	Länge der Parallelführung km	Amp./km 50 A	Indozierte E. M. K absolut Volt	Für 100 Amp./km Volt
a) an der Eisenbahn:					
Schönfeld—Grofsenhain . . .	3,1	11,0	550	8,6	1,56
„ —Ortrand	0,8	9,7	485	30,5	6,3
„ — „ —Ruhland .	1,85	21,3	1065	34,6	3,25
Grofsenhain—Schönfeld—Ortrand—Ruhland	2,2	32,3	1615	42,3	2,6
b) an der Landstrafse:					
Grofsenhain—Schönfeld . . .	2,6	11,7	585	12,5	2,1
Schönfeld—Ortrand	2,8	9,7	485	10,0	2,1
Grofsenhain—Ortrand	2,7	20,7	1035	21,4	2,1

Um feststellen zu können, ob bei zweiphasigem Erdschlufs der auf die Bahnleitungen induzierte Strom stark genug war, ein Blockfeld auszulösen, war am Tage der Messung eine Blockstrecke zwischen Ortrand und Schönfeld vorübergehend hergestellt. Ein Wechsel des Blockfeldes trat nicht ein, jedoch bemerkte man ein starkes Zittern des Ankers. Die eindrähtige Streckenfernsprechleitung zeigte bereits bei fehlerfreiem Drehstromnetz Induktionsgeräusche, welche von den am gleichen Gestänge befindlichen Morseleitungen usw. herrühren mufsten. Beim einphasigen Erdschlufs im Hochspannungsnetz war das Geräusch zwar bedeutend stärker, die Sprachverständigung war aber noch nicht ausgeschlossen. Beim zweiphasigen Erdschlufs war jedoch keine Verständigung mehr möglich. Selbst auf der 33 km langen Fahrdienstleiter-Fernsprechdoppelleitung Grofsenhain—Ruhland war eine Verständigung ausgeschlossen. Der Grund zu dieser letzten Störung ist nicht ermittelt worden. Wahrscheinlich wird eine geringe Unsymmetrie der Doppelleitung vorgelegen haben. Die Läutewerke der eindrähtigen Läuteleitung setzten bei zweiphasigem Erdschlufs nicht aus. Das Relais der eindrähtigen Morseleitung (Zugmeldeleitung) Ortrand—Schönfeld schnurrte, jedoch waren die Morsezeichen noch einwandfrei. Auf der rund 80 km langen Bezirksmorseleitung Grofsenhain—Cottbus, in welche Ortrand und Schönfeld mit Erde eingeschaltet sind, werden keinerlei Störungen bemerkt.

Durch die Versuche ist festgestellt worden, dafs im vorliegenden Falle einphasige Erdschlüsse im Hochspannungsnetz, welche beim Durchschlagen eines Isolators usw. nicht zu den Seltenheiten gehören, die Sprechverständigung in den eindrähtigen Streckenfernsprechleitungen zwar vermindern, aber nicht direkt unmöglich machen und dafs eine Einwirkung auf Blockleitungen, Morseleitungen, Läuteleitungen nicht zu befürchten ist. Die zweiphasigen Erdschlüsse können vielleicht einem Beamten, der gerade am Streckenfernsprecher tätig ist, durch Knallgeräusche eine Ohrverletzung beibringen, aber keine Betriebsgefahr herbeiführen, da Blockleitungen nicht vorhanden sind und die Erdschlüsse selbst nur Sekunden oder Bruchteile von Sekunden infolge der Sicherungen auf dem Kraftwerke anhalten. Besondere Mafsnahmen zur Verhütung von Betriebsgefahr brauchen also auf Kosten der Elektrowerke nicht getroffen werden.

Im allgemeinen ist aber aus den Messungen klar zu erkennen, dafs trotz der grofsen Abstände zwischen Hochspannungs- und Schwachstromleitungen induzierten Spannungen sehr hoch sind. Ein Vielfaches der ermittelten Werte würde man bei voller Belastung des Hochspannungsnetzes bei doppeltem Erdschlufs

erhalten, da hierbei der Kurzschlufsstrom wesentlich höher als 50 Amp. sein wird. Nehmen wir an, dafs der Kurzschlufsstrom 200 Amp. beträgt, so hätten wir bei zweiphasigem Erdschlufs in der Leitung Grofsenhain—Ortrand mit dem vierfachen Wert also rund 120 Volt zu rechnen. Eindrähtige Blockleitungen wären direkt gefährdet; auch würde voraussichtlich auf der eindrähtigen Telegraphenleitung (Zugmeldeleitung) während der Dauer des Erdschlusses die Zeichengebung gestört. Die Läuteleitung der eindrähtigen Läuteleitung würden voraussichtlich auslösen.

Arbeitsdiagramme für die inneren Untersuchungen elektrischer Lokomotiven.

Von Regierungsbaurat **Sorger**, Halle (Saale).

Hierzu Abb. 1 auf Tafel 5.

Der Reichsbahndirektion Halle war die Aufgabe gestellt worden, ein Ausbesserungswerk für elektrische Lokomotiven zu entwerfen und zu errichten, das bei weitestgehender Erweiterungsmöglichkeit allen werkstattechnischen und werkstattbetrieblichen Anforderungen der Neuzeit entspricht und bei gröfster Arbeitsgeschwindigkeit den geringsten Aufwand an Selbstkosten verursacht. Insbesondere sollte erörtert werden, in welcher Gröfse und Grundrifsform dieses Ausbesserungswerk in Übereinstimmung oder im Gegensatz zu den bekannten Grundrifsformen der Dampflokomotiv-Ausbesserungswerke anzulegen ist.

Bei der Festlegung der Gröfse und der Gestalt eines Ausbesserungswerkes für elektrische Lokomotiven sind die verschiedenartigen Erfordernisse zu beachten, denen das Werk sowohl im vorläufigen Ausbau als auch bei späteren Erweiterungen zu entsprechen hat. Es ist hierbei nicht allein darauf Wert zu legen, dafs das Werk in jedem Zustand des Ausbaues durch weitestgehende Einschränkung der Förderarbeiten und Förderwege und durch folgerichtige Verbindung der Arbeitsstätten untereinander und mit den Lagerplätzen eine möglichst hohe Leistungsfähigkeit unter geringstem Arbeitsaufwand gewährleistet, sondern es müssen auch die baulichen und betrieblichen Einrichtungen des Werkes in jedem Zustand des Ausbaues eine gewisse Vielseitigkeit in der Verwendung der Werkstatträume gestatten, um diese Räume erforderlichenfalls neuen Bedürfnissen entsprechend schnell für andere Zwecke in Anspruch nehmen zu können, z. B. bei plötzlich auftretenden Unterschieden in der Belastung bestimmter Werkstatteile oder bei der Vornahme von Werkstatterweiterungen.

Durch die Vornahme von künftigen Erweiterungsbauten darf auch die Übersichtlichkeit des Gesamtbetriebes des Ausbesserungswerkes in keiner Weise beeinträchtigt werden und zwar selbst dann nicht, wenn Gründe technischer oder wirtschaftlicher Natur es geboten erscheinen lassen sollten, auf die Selbstanfertigung gewisser Teile der elektrischen Lokomotiven zuzukommen oder dem Ausbesserungswerk das Wiederinstandsetzen solcher elektrischer Einrichtungen zuzuweisen, die nicht unmittelbar zur elektrischen Zugförderung gehören, wie z. B. das Wiederinstandsetzen von Elektromotoren für Gepäckaufzüge oder für Werkzeugmaschinen anderer Eisenbahnwerkstätten usw.

Die Richtlinien, die hiernach für den Bau und Betrieb eines Ausbesserungswerkes für elektrische Lokomotiven mafsgebend sind, werden an anderer Stelle mit einer Beschreibung des bei Dessau im Bau befindlichen Ausbesserungswerkes noch ausführlich behandelt. Hier soll zunächst nur dargelegt werden, dafs Gröfse und Gestalt eines solchen Werkes — in gleicher Weise wie bei jedem gröfseren Fabrikneubau — vornehmlich durch »Arbeitsdiagramme« und »Arbeitsgänge« bestimmt werden.

Arbeitsdiagramme sind bildliche Darstellungen des zeitlichen Verlaufes der im Werk auszuführenden Arbeiten. Sie geben sowohl über die Gesamtdauer der Untersuchungen und Ausbesserungen der Lokomotiven als auch über den Beginn und die Dauer der Arbeiten Aufschlufs, die in den einzelnen Abteilungen des Werkes auszuführen sind. Gleichzeitig dienen sie zur Ermittelung der Zahl der für die einzelnen Werkabteilungen erforderlichen Arbeitskräfte, zur Feststellung des Raumbedarfes für die Richthallen, Sonderabteilungen und Lagerplätze und schliefslich zur Bestimmung der Art und des Umfanges der für diese Räume notwendigen Werkzeugmaschinen und sonstigen Einrichtungen. Ist das Werk im Betrieb, so werden an Hand dieser Diagramme der Gang der Arbeitsstücke durch die Sonderabteilungen und die folgerichtige Fertigstellung der Arbeitsstücke in diesen Abteilungen geregelt und überwacht, so dafs in allen Teilen des Werkes ein planmäfsiges Arbeiten gewährleistet ist. Die dem Werk zur Untersuchung oder Ausbesserung zugewiesenen Lokomotiven können dann dem Betriebe in kürzester Zeit wieder zurückgegeben werden.

Die Arbeitsgänge sind dagegen bildliche Darstellungen der Wege, die die Lokomotiven und die einzelnen Lokomotivteile innerhalb des Ausbesserungswerkes zu nehmen haben. Diese Darstellungen sollen den Nachweis bringen, dafs die Sonderabteilungen zu den Abbau-, Aufbau- und Ausbesserungsständen der Lokomotiven, sowie untereinander und zu den Lagerräumen zweckmäfsig und folgerichtig angeordnet und durch ausreichende Förderwege und Fördermittel verbunden sind. Die Arbeitsgänge können daher nur im Zusammenhang mit dem Grundrifsplan eines Werkes dargestellt werden; für das Ausbesserungswerk Dessau werden sie gelegentlich einer Beschreibung dieses Werkes noch angegeben.

Vor der Aufstellung der Pläne für das Ausbesserungswerk Dessau mufsten die Arbeitsdiagramme für die Untersuchungen und Ausbesserungen elektrischer Lokomotiven verschiedener Bauarten aufgenommen werden. Derartige Diagramme sind für elektrische Lokomotiven bisher noch nicht aufgestellt — oder wenigstens in der Fachliteratur nicht veröffentlicht — worden.*) Der Grund hierfür mag nicht zuletzt darin liegen, dafs gröfsere Ausbesserungswerke für elektrische Lokomotiven auch auf aufserdeutschen Bahnen noch nicht errichtet worden sind. Die Bahngesellschaften der Schweiz und die Schwedische Staatsbahn besitzen nur Werkstätten kleineren Umfanges, etwa in der Gröfse der Abteilungen, die die Reichsbahn in den Dampflokomotiv-Ausbesserungswerken Halle (Saale) und Lauban (Schlesien) für das Instandhalten der elektrischen Lokomotiven hergestellt hat. In diesen kleineren Werkstätten ist das planmäfsige Arbeiten leichter zu überwachen als in grofsen Werken, in welchen die einzelnen Lokomotivteile Sonderabteilungen zugewiesen werden, die verschiedenen Betriebsleitern unterstehen.

In Abb. 1 auf Taf. 5 ist als Beispiel das Arbeitsdiagramm wiedergegeben, nach welchem in einem neuzeitlich eingerichteten, grofsen Ausbesserungswerk für elektrische Lokomotiven die innere Untersuchung einer elektrischen Güterzuglokomotive der Bauart BB — wie sie im Bezirk der Reichsbahndirektion Halle in gröfserer Zahl (zur Zeit 18 Lok.) vorhanden ist — ausgeführt werden kann. Die Angaben in dem Diagramm sind Mittelwerte, die dem Ergebnis umfangreicher Beobachtungen und Feststellungen im Betriebe der Abteilung für elektrische

*) Über Arbeitsdiagramme für die inneren Untersuchungen der Dampflokomotiven sei auf den Aufsatz des Reg.-Baurat Dr.-Ing. Neesen in Nr. 38 der Zeitschrift des V. D. J. vom 23. September 1922 verwiesen.

Lokomotiven des Dampflokomotiv-Ausbesserungswerkes Halle entsprechen.

Für das Einbringen der Lokomotive ins Werk, die Entnahme der Lokomotiv-Ausrüstungsgegenstände und die Trennung des Mittelkastens von den Untergestellen sind durchschnittlich 4 Mann an 2 Arbeitstagen (zu je 8 Stunden) — mithin 64 Arbeitsstunden — erforderlich. Der Abbau der Lokomotive, d. h. die Zerlegung der Lokomotive in sämtliche Einzelteile, kann nach Trennung des Mittelkastens von den Untergestellen in 432 Arbeitsstunden durchgeführt werden; davon entfallen 240 Arbeitsstunden — d. h. 5 Arbeitstage mit 6 Mann — auf den Abbau der beiden Untergestelle und 192 Arbeitsstunden — d. h. 4 Arbeitstage mit 6 Mann — auf den Abbau des Mittelkastens.

Sämtliche Einzelteile der Lokomotive werden unmittelbar nach der Entfernung aus den Untergestellen und dem Mittelkasten von den Abbauständen nach den Sonderabteilungen befördert und daselbst untersucht und ausgebessert. Auf den senkrechten Linien des Diagrammes (auf den Parallelen zur Zeitachse) ist durch Linienverstärkung die Zahl der Tage gekennzeichnet, die im Durchschnitt für die Bearbeitung der einzelnen Lokomotivteile in den Sonderabteilungen erforderlich ist; die nicht verstärkten (unteren) Teile dieser Linien geben die Zahl der Tage an, an welchen die Lokomotivteile in der Werkstatt bis zum Einbau in die Lokomotive zu lagern sind.

Der Aufbau der Untergestelle kann von 6 Mann in 28 Arbeitstagen — d. s. 1344 Arbeitsstunden —, der Aufbau des Mittelkastens von 3 Mann in 29 Arbeitstagen — d. s. 696 Arbeitsstunden — durchgeführt werden; Untergestelle und Mittelkasten sind somit am gleichen Lokomotivwerkstattag (am 35. Tag) für den Zusammenbau fertiggestellt.

Für diesen Zusammenbau sowie für die übrigen bis zur betriebsfertigen Herstellung der Lokomotive erforderlichen Arbeiten und für die Leerprobefahrten sind durchschnittlich noch 4 Arbeitstage aufzuwenden, sodafs die Gesamtdauer der inneren Untersuchung — vom Tage des Einganges der Lokomotive ins Ausbesserungswerk bis zur ersten Zugfahrt im Betriebsdienst (Probefahrt im Zugförderdienst) gerechnet — 39 Arbeitstage beträgt.

Wie bereits erwähnt, sind derartige Arbeitsdiagramme für die Untersuchungen und Ausbesserungen elektrischer Lokomotiven verschiedener Bauarten aufgestellt worden. Damit die Werkstatt jederzeit in der Lage ist, die in den Diagrammen angegebenen Zeiten für die Untersuchungen und Ausbesserungen der Lokomotiven auch einzuhalten, müssen diejenigen Lokomotivteile, deren Wiederinstandsetzen infolge gröfserer Schäden zwischen dem Abbau und Aufbau nicht möglich ist, durch Vorratstücke vom Lager ersetzt werden können. Das Lager des Ausbesserungswerkes ist daher reichlich und vielseitig mit Lokomotivversatzteilen auszustatten; insbesondere werden die elektrischen Teile der Lokomotiven in gröfserem Umfange vorrätig gehalten werden müssen, weil erfahrungsgemäfs gröfsere Wiederinstandsetzungsarbeiten an solchen Teilen oftmals verhältnismäfsig lange Zeit in Anspruch nehmen.

Auf Grund eingehender Untersuchungen im Betriebe der reichseigenen Werkstätten ist zu empfehlen, das Lager eines Ausbesserungswerkes für elektrische Lokomotiven dergestalt mit Lokomotiversatzteilen auszustatten, dafs etwa für je 10 bis 15 Lokomotiven gleicher Bauweise, die demselben Ausbesserungswerk zur Unterhaltung zugeteilt werden, ein vollständiger Ersatz für alle elektrischen Teile und aufserdem ein zweiter Ersatz für die Läufer der Fahrmotoren vorhanden ist.

Laufschienen und Randauflager für unterteilte Drehscheiben und für Schiebebühnen.

Mit Abb. 1 bis 9 auf Tafel 6.

Das im Laufe der letzten Jahre erheblich gesteigerte Gewicht der Lokomotiven, insbesondere die Erhöhung des zulässigen Achsdruckes der Lokomotiven auf 20 und 25 t durch die Einführung der Lastenzüge E und N, stellte auch an die Drehscheiben und Schiebebühnen erhöhte Anforderungen. Eingehende Untersuchungen veranlafsten das Reichsverkehrsministerium, eine Drehscheibe von 23 m Durchmesser als gröfste, für absehbare Zeit in Betracht kommende normale Drehscheibe zu wählen. Bei einer Tragfähigkeit von 255 t, dem Lastenzug N entsprechend, werden solche Drehscheiben meistens mit in der Drehscheibenmitte unterteiltem Hauptträger als sog. Gelenkdrehscheiben ausgeführt. Während bei den älteren Drehscheiben mit ununterbrochenem Hauptträger die Last der Hauptsache nach vom Königsstuhl aufgenommen wurde, verteilt sich bei den neueren Drehscheiben mit unterteiltem Hauptträger das Gewicht auf den Königsstuhl und auf den Laufkranz. Die Laufräder der Drehscheibe werden dabei mit sehr hohen Drücken belastet, die eine rasche Abnützung der Drehscheibenlaufräder zur Folge haben, wenn die Breite der Schienenköpfe zu gering ist. Auch die Unterstützung des Schienenlaufringes der Drehscheibe in der bisher üblichen Weise durch Unterlagplatten in etwa 0,75 m Entfernung gab zu häufigen und kostspieligen Unterhaltungsarbeiten und Betriebsstörungen Anlafs.

Bei den neu zu beschaffenden Lokomotivdrehscheiben der Deutschen Reichsbahn sollen diese Nachteile einem Erlafs der Hauptverwaltung zufolge durch Einführung einer schweren Kranschiene mit geneigter, 120 mm breiter Lauffläche, oder des sog. Mannstaedt-Eisens mit 112 mm breiter, geneigter Lauffläche bei gleichzeitiger Unterstützung des ganzen Schienenlaufringes durch einen breitflanschigen I- oder einen Kastenträger vermieden werden. Diese Träger sind im Drehscheibenfundament einbetoniert, dessen gesamte Masse durch besondere Rundeiseneinlagen zum Mittragen benützt wird. Die Abb. 1 bis 4 auf Taf. 6 zeigen die verschiedenen Arten der Ausführung, während Abb. 5—7 die Ausführung der Stofsstellen des Schienenlaufringes und der Wanderungssicherung zeigt. Die Befestigung des Schienenlaufrings an den I- oder Kastenträgern erfolgt nach dem Vorbild des Oberbaues der Deutschen Reichsbahn. Die Bolzen der Klemmplatten werden durch Langlöcher, die auf der Aufsenseite der Krümmung tangential, auf der Innenseite radial angebracht sind, ein- und ausgeführt, wobei für den durch Wärmedehnung erforderlichen Spielraum vorgesorgt ist. Einige Klemmplatten auf der Innenseite wurden als Wanderungssicherung ausgebildet, indem sie durch einen angeschmiedeten wagrechten Schraubenschaft mit dem Schienenlaufring verbunden wurden, während zwei senkrechte Nasen in Schlitze des Trägers eingreifen (Abb. 6 auf Taf. 6).

Besondere Sorgfalt beanspruchen auch die Randauflager der zu den Drehscheiben führenden Gleisstränge. Diese sollen daher nach Abb. 8 und 9 auf Taf. 6 ausgeführt werden. Die Auflagerplatte soll die hohe Kantenpressung vermindern, indem der Angriffspunkt der Stofskräfte vom Grubenrand abgerückt und der Druck auf eine gröfsere Fläche verteilt wird. Zur Verhinderung einer Verschiebung der Fahrschiene in ihrer Längsrichtung dient eine Wanderungssicherung.

Diese Verbesserungen sollen nicht nur bei neuen Drehscheiben, sondern auch bei Auswechselung von Schienenlaufringen oder Umbauten von bereits vorhandenen Drehscheiben oder bei gröfseren Instandsetzungsarbeiten sowie sinngemäfs bei Schiebebühnen vorgenommen werden. Wie weit im einzelnen diese Änderungen nötig sind, hängt von der Art der regelmäfsig verkehrenden Lokomotiven und der Dichte des Verkehrs ab.

Pfl.

Die Neuordnung der österreichischen Bundesbahnverwaltung.

In der Organisation der österreichischen Staatseisenbahnen ist eine grundlegende Änderung eingetreten, über die wir unsere Leser in Folgendem kurz unterrichten:

Seit dem Jahre 1896 bis zum vergangenen Jahre war in Österreich die oberste Betriebsverwaltung der Bundesbahnen mit der obersten staatlichen Aufsicht über alle österreichischen Eisenbahnen im jeweils zuständigen Ministerium (zuletzt Bundesministerium für Handel und Verkehr) vereinigt.

In dieser Vereinigung wurde der hauptsächlichste Grund für die allzugrofse Abhängigkeit der Verwaltung von politischen Einflüssen einerseits und vom Finanzministerium andererseits erblickt, welch letzteres seinen Einflufs auch auf ganz untergeordnete Einzelheiten geltend machte, wodurch die Betriebsführung ungemein schwerfällig wurde.

Da das finanzielle Ergebnis der Bundesbahnen für den gesamten Bundeshaushalt mit ausschlaggebend ist, wurde von der Öffentlichkeit, abgesehen vom notwendigen Personalabbau, auch eine gründliche Verbesserung der Verwaltungsform selbst sowie die Geschäftsführung nach rein kaufmännischen Grundsätzen verlangt und damit im Zusammenhang durch das »Wiederaufbaugesetz« die Trennung der Betriebsverwaltung von der Hoheitsverwaltung festgelegt.

Nach dem »Bundesbahngesetze« vom 19. Juli 1923 wurde zur Führung des Betriebes der Bundesbahnen unter der Firma »Österreichische Bundesbahnen« eine eigene Unternehmung gebildet, die als Kaufmann beim Handelsgerichte in Wien protokolliert ist.

Sie hat das gesamte Vermögen der Bundesbahnen treuhändig zu verwalten und die Betriebsführung sowie alle damit verbundenen Rechtsverhältnisse der bisherigen Bundesbahnverwaltung fortzusetzen.

Als Organe der Unternehmung wurde eine aus 12 Mitgliedern bestehende »Verwaltungskommission« und der vom Präsidenten dieser Kommission zu bestellende (derzeit aus 5 Mitgliedern bestehende) »Vorstand« geschaffen.

Der Vorstand leitet das Unternehmen und vertritt es gerichtlich wie aufsergerichtlich. Seine Mitglieder haften der Unternehmung für die Aufseraehtlassung der Sorgfalt eines ordentlichen Kaufmannes. Die Ansprüche der Unternehmung aus dieser Haftung sind durch die Verwaltungskommission geltend zu machen. Dieser obliegt die Überwachung der Geschäftsführung der »österreichischen Bundesbahnen« bei gleichzeitiger Wahrung der allgemeinen Interessen.

Mitglieder des Nationalrates, des Bundesrates oder eines Landtages, der Bundesregierung oder einer Landesregierung können nicht gleichzeitig Mitglieder der Verwaltungskommission oder des Vorstandes sein.

Die Unternehmung unterliegt dem staatlichen Hoheits- und Aufsichtsrechte, so wie jede andere Eisenbahn.

Die Geschäftsführung wird von einer Generaldirektion mit dem Sitze in Wien besorgt. An ihrer Spitze steht der Vorsitzende des Vorstandes als Generaldirektor. Von den 8 Direktionen, in welche die Generaldirektion eingeteilt ist, werden die Betriebsdirektion, die Beschaffungsdirektion, die finanzielle und die kommerzielle Direktion von je einem Vorstandsmitglied als Direktor, die administrative Direktion, die Baudirektion, die Direktion für die Elektrisierung der Bundesbahnen und die Werkstättendirektion von einem der übrigen Direktoren geleitet.

Die Geschäfte des Verkehrseinnahmendienstes, des Werkstättendienstes, der Dienstgüterbeschaffung sowie der Flüssigmachung der Ruhe- und Versorgungsgenüsse werden den unterstellten Bundesbahndirektionen abgenommen und bei der Generaldirektion für den ganzen Bundesbahnbereich geführt.

Eine neue Gliederung der Bundesbahndirektionen unter Verminderung der Zahl ihrer Abteilungen ist in Vorbereitung.

Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn über das Rechnungsjahr 1922.

Das Rechnungsjahr 1922 (1. April 1922 bis 31. März 1923) stand für die deutsche Wirtschaft im Zeichen der fortschreitenden Geldentwertung. Im Zusammenhange damit zeigte sich ein ständiges Ansteigen der Gütererzeugung und eine Zunahme des Handels in Waren aller Art sowie eine Belebung des Eisenbahnverkehrs. Diese stetige Entwicklung dauerte bis zum Beginn der Ruhrbesetzung, die einen in allen Zweigen des Erwerbslebens in schlimmster Weise fühlbaren Rückschlag mit sich brachte. Auch der Reichsbahnbetrieb wurde hierdurch in schwerster Weise in Mitleidenschaft gezogen.

Die starken Anstrengungen auf allen Gebieten der Verwaltung hatten es möglich gemacht, den steigenden Anforderungen des Betriebs in der Zeit vom 1. April bis 31. Dezember 1923 voll zu entsprechen und eine völlige Deckung der Ausgaben durch die Einnahmen sowie einen kleinen Überschufs zu erreichen. Diese Ordnung der Finanzen hat der Ruhreinbruch gänzlich zerstört, so dafs ein Zuschufs der allgemeinen Reichsverwaltung von rund 208 Milliarden Mark erforderlich war. Ohne Berücksichtigung dieses Reichszuschusses ergibt sich für die Abschnitte des Rechnungsjahres vor und nach dem Ruhreinbruch folgendes Bild:

Zeitraum	Gesamteinnahmen in Millionen Papiermark	Gesamtausgaben in Millionen Papiermark	Überschufs oder Fehlbetrag in Millionen Papiermark
1. IV. 1922 bis 31. XII. 1922	485 231	482 341	3205 Überschufs
1. I. 1923 bis 31. III. 1923	1 743 876	1 949 794	204 205 Fehlbetrag

Im Laufe des Rechnungsjahres 1923 hat sich die finanzielle Belastung der Reichsbahn infolge der politischen Ereignisse immer mehr gesteigert, so dafs die Aussichten, das mit Mühe errungene und wieder gestörte Gleichgewicht der Finanzen der Reichsbahn neuerdings herzustellen, sehr trüb sind. Insbesondere ist die Abtrennung des Rhein- und Ruhrgebiets mit untragbaren finanziellen Lasten verknüpft.

Die Dienstkohlenversorgung der Reichsbahn litt wie in den Vorjahren auch im Rechnungsjahr 1922 ständig unter unzulänglicher Belieferung, insbesondere vom Ruhrgebiet her. Die Gründe hierfür sind allgemein bekannt. Die Reichsbahn mufste unter diesen Umständen zu dem aus finanziellen Gründen höchst unerwünschten Ankauf ausländischer Kohle schreiten.

Der Personen- und Güterverkehr konnte im allgemeinen vor der Ruhrbesetzung pünktlich und zufriedenstellend bedient werden; diese brachte natürlich grofse Störungen mit sich. So mufste der Personenzugverkehr Ende Januar 1923 wegen Kohlenmangel um etwa 20 v. H. vermindert werden, während im Güterzugdienst zur Verhütung von Verstopfungen umfangreiche Sperr- nnd Umleitungsmafsnahmen erforderlich waren.

Bei der Ausführung von Bauaufgaben machten sich im Berichtsjahr die ungünstige wirtschaftliche Lage und die durch die fortschreitende Geldentwertung hervorgerufene Steigerung der Baukosten hemmend bemerkbar Die Herstellung neuer Bahnen konnte daher nicht ins Auge gefafst werden, vielmehr mufste sich die Reichsbahn darauf beschränken, die Fertigstellung bereits begonnener Neubaustrecken zu betreiben. Auch der Umbau oder die Erweiterung von Bahnhofanlagen wurde nur bei unabweisbarem Bedürfnis vorgenommen. Hier ist zu erwähnen die Weiterführung des Umbaues des Bahnhofs Königsberg. Bei verschiedenen Bahnhöfen (Marienburg, Grofs-

Boschpol, Bentschen, Hindenburg, Beuthen, Gleiwitz) wurden Erweiterungs- und Umbauarbeiten eingeleitet, um den durch Grenzverlegungen geänderten Betriebsverhältnissen Rechnung zu tragen. Der Umbau des Bahnhofs Stuttgart wurde soweit gefördert, dafs im Oktober 1922 die Verlegung des Betriebs vom alten Bahnhof in den ersten Bauteil des neuen Bahnhofs erfolgen konnte. Der neue Rangierbahnhof München Ost wurde dem Betrieb übergeben und konnte nunmehr den unzureichenden Verschiebebahnhof München-Laim entlasten. Der neue Bahnhof Friedrichstrafse Berlin wurde ebenfalls teilweise in Betrieb genommen.

Bei der regelmäfsigen Bahnunterhaltung machte sich Mangel an geschulten Arbeitern bemerkbar. Die an die Einführung von Gleisstopfmaschinen geknüpften Erwartungen hinsichtlich Einsparung von Arbeitskräften haben sich bisher nicht in vollem Umfang erfüllt. Mit der leichteren Bauart der Maschine nahm ihre Empfindlichkeit gegen Störungen zu. Dagegen hat die Maschine den Vorzug, dafs das Gestein der Bettung mehr geschont wird als bei Stopfung durch Handarbeit.

Der Entwurf über die Schaffung eines einheitlichen Oberbaues für die Reichsbahn mit Eisenschwellen (Reichsoberbau) wurde abgeschlossen; wegen des Ruhreinbruchs mufste jedoch die Einführung des neuen Oberbaues noch zurückgestellt werden. Die älteren Versuche mit Querrippenoberbau (Eisenschwellen), sowie mit Oberbau auf Betonschwellen, Hohlschwellen mit Hochofenschlacke als Bettungsstoff, Betonrosten zur Verbesserung der Tragfähigkeit der Bettung usw. sind fortgesetzt worden; abschliefsende Ergebnisse hierüber liegen nicht vor.

Auf dem Gebiete des Eisenbaues wurden im Berichtsjahr die neuen Vorschriften für das Berechnen und Entwerfen eiserner Brücken fertiggestellt; auf Grund dieser Vorschriften wurde mit der Nachprüfung aller eisernen Brücken des Reichsbahnnetzes begonnen, um die Vorarbeiten für die durch die erhöhten Betriebslasten erforderlichen Brückenverstärkungen in die Wege zu leiten.

Auf dem Gebiete des Lokomotivbaues wurden die Entwurfarbeiten für den Bau einheitlicher Lokomotivgattungen für die ganze Reichsbahn soweit gefördert, dafs die Beschaffung solcher Lokomotiven demnächst eingeleitet werden kann. Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wurden alle Vorschläge, die eine bessere Ausnutzung des Brennstoffs versprachen, erprobt. Die Versuche mit Ölzusatzfeuerung bei gewöhnlichen Lokomotiven haben bisher zu keinem brauchbaren Ergebnis geführt. Der Bau einer Versuchslokomotive mit Dampfturbinenantrieb wurde begonnen.

Die Arbeiten zur Schaffung von Einheitsbauarten für die Personen- und Gepäckwagen wurden fortgesetzt und auf die Nebenbahnwagen ausgedehnt. Da sich die zweiachsigen Wagen gut bewährt haben, sollen dreiachsige Wagen nicht mehr beschafft werden.

Bei den offenen 20 t-Güterwagen hat sich im Laufe der Zeit herausgestellt, dafs die bisherige Bauart der Seitenwände, Türen und Kopfklappen den Anforderungen des Betriebs auf die Dauer nicht voll gewachsen ist. Die Mängel sind daher durch Verstärkung des Untergestells und Verbesserung der Verschlüsse beseitigt worden. Die bisherigen Stangenpuffer werden bei allen neuzubauenden Güterwagen durch widerstandsfähigere Hülsenpuffer ersetzt. Die wegen Verstärkung der Schraubenkupplungen eingeleiteten Erhebungen sind noch nicht abgeschlossen. Die Vorarbeiten für die Normung der Güterwagenteile und für die Einführung des Austauschbaues wurden erheblich gefördert, so dafs in absehbarer Zeit die Anwendung des Austauschbaues sich wenigstens teilweise ermöglichen lassen wird.

Die Werkstättenanlagen für die Unterhaltung der Fahrzeuge wurden nach Möglichkeit weiter verbessert. Für den Bau von 3 neuen Werkstätten für elektrische Lokomotiven bei Dessau, München und Schmiedefeld wurden die Vorarbeiten begonnen.

Der elektrische Zugbetrieb wurde weiter ausgebaut und auf den Strecken Hirschberg (Schlesien)—Schreiberhau—Grünthal (Bez. Breslau), Schönefeld—Engelsdorf (Bez. Dresden) und Bitterfeld—Dessau, Leipzig—Halle, Dessau—Güterglück (Bez. Halle, Saale) neu aufgenommen. Der Ausbau anderer Strecken und der zugehörigen Kraftwerke ging planmäfsig weiter. Am Ende des Berichtsjahres waren 105 elektrische Lokomotiven vorhanden.

Aus dem statistischen Teile des Geschäftberichts entnehmen wir folgendes:

Betriebslänge im Jahresdurchschnitt 1922: 52 637 km (darunter 946 km Schmalspurbahnen).

Bestand an Lokomotiven und Wagen.

Bestand	Lokomotiven		Personenwagen		Gepäckwagen		Güterwagen	
	Vollspur	Schmalspur	Vollspur	Schmalspur	Vollspur	Schmalspur	Vollspur	Schmalspur
Ende 1922	30 592	276	67 861	944	22 711	174	679 684	6907
Ende 1921	31 070	317	66 736	870	20 740	151	668 349	10634

(Triebwagen sind hierbei sowohl unter den Lokomotiven als auch je nach ihrer Einrichtung unter den Personen-, Gepäck- oder Güterwagen aufgeführt.)

Auf den eigenen Betriebsstrecken sind von eigenen und fremden Lokomotiven und Triebwagen geleistet worden:

	Im Jahre	
	1922	1921
Insgesamt Lokomotivkilometer . . .	926 255 064	893 135 186
Darunter Nutzkilometer im Streckendienst	541 048 970	520 260 195
Darunter Nutzkilometer im Verschiebedienst (1 Stunde = 10 km)	336 050 640	324 663 660

Auf den eigenen Betriebsstrecken sind von eigenen und fremden Wagen zurückgelegt worden:

	Achskilometer im Jahre	
	1922	1921
Von Personenwagen . .	7 091 066 751	6 759 445 727
Von Gepäckwagen . . .	1 370 288 509	1 325 518 024
Von Güterwagen	16 509 640 219	16 171 866 074
Von Postwagen . . .	439 455 019	430 830 992
Zusammen . .	25 410 450 498	24 687 660 817

Von den Leistungen der Güterwagen entfallen:

	Im Jahre	
	1922	1921
Auf Nutzläufe	11 706 226 573	11 637 732 233
Auf Leerläufe	4 803 413 646	4 534 133 841

Pfl.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die Sanierung der Österreichischen Bundesbahnen.

(Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1924, Nr. 10.)

Der Präsident der Österreichischen Bundesbahnen, Dr. Günther, hat im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein gelegentlich eines Vortrages die von der neuen Leitung der Österreichischen Bundesbahnen *) getroffenen Sanierungsmafsnahmen besprochen. Die Mafsnahmen bezwecken die Beseitigung von Fehlern der alten, bürokratischen Verwaltung teils durch Erweckung eines neueren, freieren Geistes, teils durch weitgehende Zentralisierung und erstrecken sich auch auf das Netz der Südbahn, deren Betrieb ab 1. Januar 1924 von den Österreichischen Bundesbahnen übernommen wurde.

Die Regierung hatte erkannt, dafs es bei der früheren, hoheitmäfsigen Verwaltung der Bahnen schwer möglich sei, eine grundlegende Erneuerung, unbeeinflufst von politischen Kräften und sonstigen Hemmnissen, durchzuführen. Es wurde daher die Verwaltung der Bundesbahnen von der Staatsverwaltung losgelöst und durch Gesetz vom 19. Juli 1923 ein besonderer Wirtschaftskörper „Österreichische Bundesbahnen" gebildet. Eine Erschwernis in der Durchführung der beabsichtigten Sparmafsnahmen bildete der tiefgehende Einflufs, der nach den bestehenden Gesetzen den Vertretungen des Personals auch auf dem Gebiete der inneren Verwaltung zur Seite stand.

Die alte Verwaltung litt hauptsächlich unter dem Übelstand, dafs bei der weitgehenden Dezentralisation und der ausgedehnten Staffelung der Zuständigkeitsgrenzen bei den untergeordneten Stellen die Verantwortlichkeit stark herabgesetzt und die persönliche Unternehmungslust völlig ausgeschaltet war. Hierdurch litt auch das zu einer kaufmännischen Geschäftsführung unbedingt erforderliche kollegiale Zusammenwirken der Vorstände der einzelnen nebeneinanderstehenden Abteilungen und jede freie Betätigung der mafsgebenden Stellen war fast gänzlich unterbunden. Dazu kam ein rein fiskalisches Sparsystem, das sich z. B. auch darin äufserte, dafs Reisen, insbesondere Reisen ins Ausland zum Studium fremder Verhältnisse, kaum Genehmigung fanden.

Dieses System zu brechen war die erste Aufgabe des neuen Präsidenten und er konnte mit Befriedigung feststellen, dafs seine Absicht die freudige Unterstützung aller Beteiligten fand und zu einem reibungsfreien Zusammenarbeiten an dem Erneuerungswerke führte.

Die Verkleinerung des Bahnnetzes zwang gebieterisch dazu, die gesamte Oberleitung bei der Generaldirektion in Wien zu vereinigen und eine entsprechende Abminderung in den Befugnissen bzw. im Wirkungskreis der Bundesbahndirektionen herbeizuführen. Die letzteren sollen in Zukunft auf jene Tätigkeiten beschränkt werden, die der Betrieb, der Verkehr und der Bau- und Bahnerhaltungsdienst der in ihrem Bezirke gelegenen Strecken erfordern. Eine kaufmännische Tätigkeit kommt bei diesen Stellen nur insoweit in Betracht, als dies der unmittelbare Verkehr der Bahnbenutzer mit dem Bahnunternehmen erfordert. Das Kassenwesen wird wesentlich vereinfacht werden. In der Bilanz wird die bisherige Übung, die Ersatzbeschaffungen und die Erhaltungskosten unter Verzichtleistung auf Tilgungen auf den Betrieb zu buchen, verlassen werden, um die bisher sehr ungleichmäfsige Belastung der einzelnen Jahre durch Schaffung eines Tilgungsbestandes in eine stetige zu verwandeln.

Der Verminderung der Personallasten durch den Abbau stehen auf der anderen Seite Mehrausgaben durch Gehaltsaufbesserungen gegenüber. Bei dieser Gelegenheit wurde der Übelstand beseitigt, dafs die Angestellten der höheren Verwendungsgruppen auf Bezüge gesetzt waren, die gegenüber der Vorkriegszeit nur einen sehr geringen Teil, vielfach nicht mehr als 25 v. H. der aufgewerteten Gehälter ausmachten. Die Einführung von Wirtschaftsprämien soll dem Grofsteil der Angestellten die Möglichkeit bieten, für erhöhte Leistungen auch erhöhtes Einkommen zu beziehen. Die Ersparungen an Verbrauchsstoffen je Tonnenkilometer, die Erhöhung der Einnahmen je Tonnenkilometer oder die bei der Ausbesserung einer Lokomotive oder eines Wagens gemachten Ersparungen an Bezügen des Personals bilden die Grundlage für die Ermittlung der Prämien.

Zur Erzielung von Ersparnissen bei der Stoffbeschaffung ist die Eingliederung einer Beschaffungsdirektion bei der Generaldirektion in Aussicht genommen, der die gesamte Stoffbeschaffung obliegt. Hier finden mehrere Herren mit grofser industrieller Erfahrung aus der Privatpraxis ein geeignetes Wirkungsfeld. Die Einführung des kaufmännischen Systems bringt es mit sich, dafs von der bisherigen Art der Beschaffung im Wege der öffentlichen Ausschreibung abgegangen und von einer Beschränkung auf inländische Firmen allein abgesehen werden mufs. Hierdurch wurden schon sehr erhebliche Preissenkungen erzielt; die Preise sanken förmlich über Nacht, sobald die Lieferfirmen sahen, dafs sie nicht mit der Aufrechterhaltung des alten Verfahrens rechnen konnten.

Weitere Ersparnisse ergeben sich aus Schaffung einer selbständigen, in die Generaldirektion eingegliederten Direktion für den Werkstättendienst. Dieser wurden die bisher den örtlichen Direktionen zugeteilten 8 Hauptwerkstätten: St. Pölten, Linz, Knittelfeld, Salzburg, Floridsdorf (Lokomotivwerkstätte und Wagenwerkstätte), Jedlesse und Simmering und die Nebenwerkstätte Feldkirch unterstellt. Das Ziel ist die Einführung neuzeitlicher Arbeitsverfahren und wissenschaftlicher Betriebsführung, sowie die möglichste Abtrennung und Sonderstellung des Werkstättendienstes von dem sonstigen Betriebe der Bundesbahnen.

An rein technischen Mafsnahmen zur Minderung der Kosten sind zu nennen die in möglichst schnellem Zeitmafs bei den Lokomotiven zur Einführung zu bringende Lentz-Ventilsteuerung, die Ersetzung der Dampfstrahlpumpe durch eine mechanisch vom Gestänge der Lokomotive betriebene Kolbenpumpe, die gleichzeitig den Vorteil bietet, dafs ein Teil des bisher durch den Kamin entströmenden Dampfes zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers benutzt wird. Eingehende Versuche bei den Bundesbahnen und bei der Südbahn haben gezeigt, dafs diese Art der Kesselspeisung bei fahrenden Lokomotiven eine 20 prozentige Ersparnis an Kohle ergibt. Es sollen deshalb im Jahre 1924 vorläufig 750 Lokomotiven mit Kolbenpumpe ausgerüstet werden.

Beim Schmieröl werden Ersparnisse durch Einführung von Ölersparnisprämien und ferner durch die Anwendung von Ölemulsionen an Stelle reinen Öles erwartet. Dieses Verfahren ist anderweitig und auch schon an einzelnen Stellen der Bundesbahnen mit Erfolg eingeführt worden. Die Ölemulsion besteht aus einem Gemisch von Öl mit enthärtetem Wasser.

Auf den Lokalbahnen werden Versuche angestellt, um den teuren und bei geringem Verkehr unwirtschaftlichen Lokomotivbetrieb durch Einstellung von Triebwagen mit Verbrennungsmotoren zu ersetzen. Auch aus der Einführung des elektrischen Betriebs auf den Bahnlinien Steinach—Irdning—Attnang und Innsbruck—Bludenz, die im Sommer bzw. Ende 1924 vollendet sein werden, werden Ersparungen erwartet. Pfl.

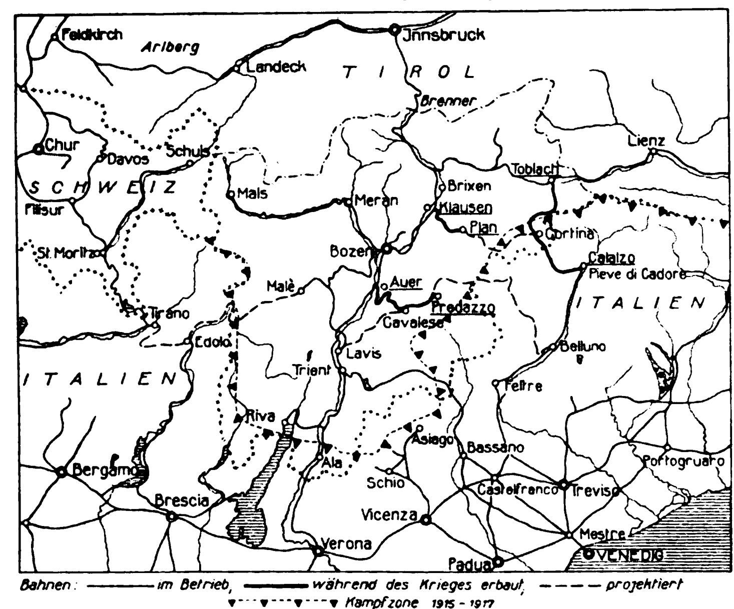
Die neuen Südtiroler Schmalspurbahnen, Grödenbahn und Fleimstalbahn.

(Schweizerische Bauzeitung 1924, Nr. 9, 11 und 12.)

Die Erbauung dieser Bahnen war schon vor dem Krieg ins Auge gefafst worden. Da die Geldbeschaffung Schwierigkeiten bot, konnten sie erst im Krieg zur Ausführung kommen, wo sie für die Truppenversorgung dringend nötig waren. In $4^1/_2$ Monaten wurde die 31 km lange Grödenbahn und in $9^1/_2$ Monaten die 51 km lange Fleimstalbahn mit 76 cm Spur gebaut. Die Bedeutung der Bahnen für die Nachkriegszeit liegt hauptsächlich auch darin, dafs sie Glieder des verzweigten Schmalspurnetzes zwischen Venetien und Graubünden bilden, zu dessen Ausbau Italien nunmehr 300 Millionen Lire genehmigt hat. Für die Bedürfnisse des Friedens war die Meterspur und elektrischer Betrieb vorgesehen. Da aber mit Rücksicht auf die möglichst schnelle Eröffnung der Bahnen die rechtzeitige Bereitstellung der elektrischen Energie und des Fahrparks nicht möglich war, wurde wenigstens die Möglichkeit einer späteren Umwandlung beim Entwurf berücksichtigt. Das rollende Material wurde anderen 76 cm-Spurbahnen entnommen. Entsprechend ihrer Bedeutung für den Frieden hat die Grödenbahn den Charakter einer Kleinbahn, die Fleimstalbahn jenen einer sehr leistungsfähigen Lokalbahn. Der Bau beider Bahnen erfolgte auf Rechnung und Gefahr der Heeresverwaltung.

*) Siehe Seite 83 und Jahrgang 1923, S. 202.

Um die Grödenbahn möglichst rasch in Betrieb nehmen zu können, wurden bei bedeutenden Tunnelbauten und Brücken vorerst Behelfsbauten ausgeführt: bei ersteren durch Wahl schärferer Krümmungen, um zunächst die Tunnel zu vermeiden; bei letzteren durch Herstellung von Holz- statt Steinbrücken. Die endgültigen Bauten wurden dann nach Inbetriebnahme der vorläufigen Linie ausgeführt. Da aber der endgültige Ausbau der Bahn unter Aufrechterhaltung des Betriebes sehr erschwert war, kam man von dieser Ausführungsart bei der Fleimstalbahn ab. Um trotz des mit voller Kraft einsetzenden Betriebes möglichst grofse Arbeitspausen zu erhalten, wurde ein Zugsgruppenverkehr eingeführt, in dem eine Gruppe von sechs bis zehn Zügen im Raumabstand fuhr. Für die Hinterstellung des hierfür nötigen Wagenparkes waren am Anfangs- und Endpunkt grofse Hinterstellanlagen nötig. Auf der Fleimstalbahn mufsten täglich 27 Zugpaare verkehren können, um an einem Tag eine ganze Infanteriebrigade mit Trains ins Fleimstal zu verschieben; hierfür waren 30 Lokomotiven und 300 Wagen nötig.



Bahnen: ——— im Betrieb, ━━━ während des Krieges erbaut, – – – – projektiert
▾···▾···▾ Kampfzone 1915 - 1917

Über die Höhe der Kosten können wegen der zahlreichen Naturalleistungen der Heeresverwaltung zahlenmäfsige Angaben nicht gemacht werden. Es kann jedoch gesagt werden, dafs die Baukosten durch die Ersparung des teuren Nachschubes mit Kraftwagenkolonnen und der Unterhaltung der Strafsen gänzlich hereingebracht wurden.

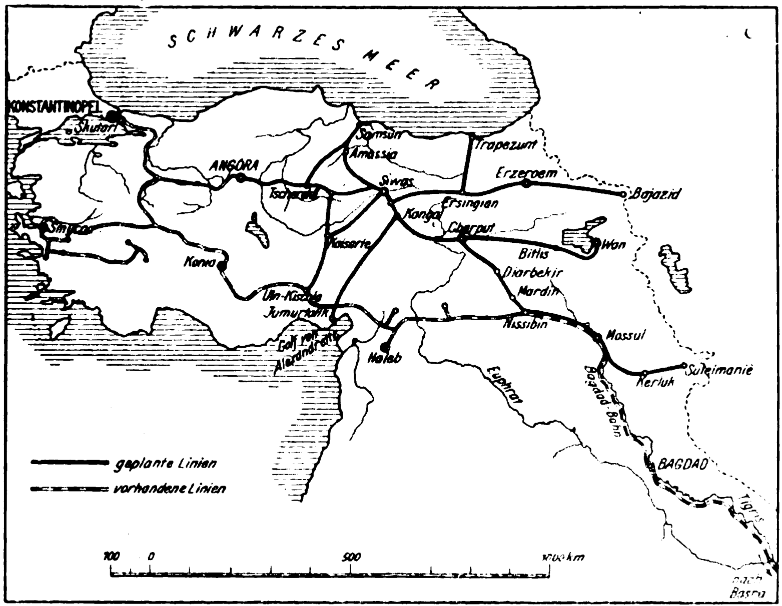
Wa.

Eisenbahnen in Kleinasien.

(Mitteilungen des Deutschen Verbandes technisch-wirtschaftlicher Vereine 1923, Nr. 45.)

Die türkische Angoraregierung hat mit der Ottoman American Development Co. mehrere als „Konzession Chester“ bezeichnete Verträge wegen des Baues von Eisenbahnen in Kleinasien abgeschlossen. Der gröfste Teil der Pläne für den Bau der 4700 km-Bahn und für die Anlage der Häfen Samsun und Jumurtalik wurde von dem deutschen Altmeister des Eisenbahnbaues Wilhelm Pressel 1870—188) ausgearbeitet. Eine 425 km lange Strecke des Netzes wurde bereits während des Weltkrieges von österreichischen Ingenieuren erbaut. 1891 wurde einer belgischen Gruppe die Konzession für eine Bahn: Samsun—Siwas—Jumurtalik zugesagt. Dieser Plan wurde später von einer französischen Gruppe weiter verfolgt. Auf diese Linie, sowie auf einige weitere Linien scheint Frankreich seine früheren Rechte geltend machen zu wollen. Die Konzession Chester ist in militärischer, technischer und wirtschaftlicher Beziehung von gröfster Bedeutung. Für die Wirtschaftlichkeit der meisten Strecken fehlen vorläufig die Voraussetzungen. Jedoch ist mit der Steigerung der Landwirtschaft und Viehzucht und mit einer wesentlichen Verbesserung der Ausfuhr zu rechnen. Aufserdem kommt auch durch den Anschlufs Inner-Anatoliens an den Hafen Samsun und durch das Vorhandensein der Schiffahrtslinie Samsun—Galatz die Ausdehnung der Donaudampfschiffahrt in Frage. Die neuen Linien werden ferner auch die Erschliefsung der Erzlager und Erdöle mit sich bringen. Die Baukosten, ausschliefslich Fahrpark, werden sich auf über 500 Millionen Dollar belaufen; aufser Bau und Betrieb sichert die Konzession Chester die Ausbeutung der Bodenschätze 20 km beiderseits der Bahnlinien zu.

Wa.



Die Eisenbahnen der Vereinigten Staaten im Jahre 1922.

(Engineering 1924, Bd. 117, Nr. 3030.)

Trotz mancherlei Schwierigkeiten zu Anfang des Berichtsjahres, wie Bergarbeiterstreik und Streik der Werkstättenarbeiter, die in einzelnen Monaten einen starken Verkehrsrückgang herbeiführten, haben sich die Eisenbahnen der Vereinigten Staaten später wieder beachtenswert erholt. Während des ganzen Jahres 1921 stand ein grofser Teil der Güterwagen unbenützt und im Januar 1922 erreichte die Zahl dieser unbenützten Wagen ihren Höchstwert mit 493357 Stück. Sie nahm dann langsam ab bis August und vom September an war die Zahl der angeforderten Wagen gröfser als diejenige der verfügbaren Wagen. In finanzieller Beziehung stellte das Jahr grofse Anforderungen: einerseits stiegen die Löhne und andererseits setzte die staatliche Aufsicht die Tarife herab. So betrugen die gesamten Betriebseinnahmen nur 5673 Millionen Dollar, entsprechend einer Abnahme von ungefähr 600 Millionen Dollar gegenüber dem Vorjahr. Die durchschnittlichen Einnahmen für die Tonnenmeile fielen von 1,289 Cent im Jahre 1921 auf 1,185 Cent im Jahre 1922 (entsprechende Werte für 1 tkm: 0,88 Cent im Jahre 1921 und 0,81 Cent im Jahre 1922). Die Anzahl der Tonnenmeilen war mit 341018 Millionen (500000 Millionen tkm) gröfser als 1921, jedoch kleiner als im Jahre 1920 mit 411151 Millionen (600000 Millionen tkm). Die Gesamtlänge der in den Bericht aufgenommenen Bahnen betrug 249231 Meilen (400000 km), ihr Anlagewert über 19 Milliarden Dollar. Auf 677 Meilen (1090 km) ist der Betrieb seit 1921 eingestellt; davon sind auf 221 Meilen (355 km) die Schienen entfernt worden, so dafs insgesamt in den letzten 6 Jahren 6324 Meilen (10200 km) aufgegeben worden sind. Andererseits zeigte das Berichtsjahr eine Zunahme von 1300 Meilen (2100 km) neuer Strecken. Die Beschaffung von rollendem Material war zu gering: an Stelle der vorgesehenen 3000 Lokomotiven wurden nur 1303, statt 100000 Güterwagen nur 66747 und statt 2000 Personenwagen nur 747 in Dienst gestellt. Im Durchschnitt sind jedoch in den letzten 4 Jahren mehr Lokomotiven gebaut als ausgemustert worden; bei den Güterwagen ist das Verhältnis umgekehrt. Der Ausbesserungsstand von Lokomotiven und Wagen ist merklich besser geworden, hat jedoch die Regel noch nicht erreicht: bei einem Teil der Bahnen waren durchschnittlich im Januar noch 23,8 % der Lokomotiven zur Ausbesserung aufser Betrieb, im Juli dagegen nur noch 18,6 %. Von den Güterwagen waren im Januar 13,7 %, im Juli nur noch 8,3 % in Ausbesserung. Als Regel wird mit einem Ausbesserungsstand von 15 % bei Lokomotiven und 5 % bei Wagen gerechnet. Auch im Jahre 1923 scheint die Lage der Bahnen sich gut weiter entwickeln zu wollen. Nach dem Bericht des Amerikanischen Eisenbahn-Verbandes sind in den ersten zehn Monaten dieses Jahres nicht weniger als 3371 neue Lokomotiven und 155872 neue Güterwagen in Dienst gestellt worden. Diese Zahl der neubeschafften Lokomotiven ist seit 1916, diejenige der Güterwagen seit 1913 nicht mehr erreicht worden und beide liegen weit über den oben angegebenen Sätzen für den üblichen Ersatz.

R. D.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Mängel im bestehenden Oberbau.

(Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer 1924, No. 3.)

Der aus „The Railway Engineer" übernommene Aufsatz behandelt die hauptsächlichsten am bestehenden Oberbau auftretenden Mängel, die von dem mit der Bahnunterhaltung betrauten Personal täglich zu beobachten sind.

1. Die wellenförmige Abnützung. Hierfür werden einige Gründe angeführt. So entsteht durch das Erzittern der Walzzylinder schon eine anfängliche wellenförmige Form, die im Betrieb sich dann noch mehr ausprägt. Dagegen ist anzuführen, dafs nicht alle Schienen einer Walzung diesen Fehler aufweisen. Ein weiterer Grund wird in den kleinen Raddurchmessern mit grofser Belastung gesucht. Da man im Zweifel war, ob diesem Umstand oder der Schwingung der Schienen diese Erscheinung zuzuschreiben sei, baute man eine Probestrecke mit sehr schwerem Oberbau und befuhr sie mit Wagen mit Drehgestellen. Nach einer Versuchsdauer von 6 Jahren ergab sich, dafs nur die starke Belastung die Ursache sein konnte, dafs der Schienenbaustoff über die Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht wurde.

2. Laschenbrüche Der Schienenstofs ist die schwächste Stelle im Gleis und es ist selten, dafs das Trägheitsmoment der beiden Laschen 80% der Schiene übersteigt. In vielen Fällen geht es bis auf 33% herab. Sehr häufig werden noch die Schwellschrauben in den Kerben des wagrechten Laschenteiles angebracht, um das Schienenwandern zu verhindern. Bei der Beanspruchung des Stofses durch eine Last biegen sich die Schiene und Lasche verschieden durch. Die Beanspruchung kann so grofs werden dafs die Schwellenschrauben herausgerissen werden. Es wird also von der Lasche mehr verlangt, als sie leisten kann. Die Beobachtungen zeigen, dafs die obere Abschrägung die gefährlichste Stelle ist, in zweiter Linie kommen erst die Lochungen.

3. Mechanische Abnützung der Schwellen. Die mechanische Abnützung der Schwellen ist eine Erscheinung, die nicht auf befriedigende Weise zu klären ist. Tatsache ist, dafs die Schwelle sowohl vom Schienenfufs, als auch von den wagrechten Teilen der Laschen angegriffen wird An ungepflasterten, schienengleichen Übergängen, an den Standplätzen der Lokomotiven und an schlecht entwässerten Plätzen kann man diese Abnützung besonders beobachten. Das Eindringen von Kies und Wasser zwischen Schiene und Schwelle scheint hauptsächlich die Zerstörung zu bewirken. Das teilweise Herausziehen der Krampen genügt schon, das Eindringen des Kieses zu gestatten. Das wichtigste scheint daher die gute Befestigung der Schiene auf der Schwelle zu sein, die sowohl das Eindringen des Wassers als auch das Hämmern der Schiene auf der Schwelle verhindert. In weiterem Zusammenhang damit dürfte auch die Länge der Schwellen stehen.

4. Die Schienenwanderung. Die Schienenwanderung ist eine Erscheinung, die schon Stephenson wahrgenommen hat und die seither ein Gegenstand ausgiebiger Erörterungen ist. Nach einem Aufsatz von M. Frank Reeves scheinen die Hauptgründe die unwirksame Befestigung der Schiene und die Form der Schiene selbst zu sein. Dazu kommt noch die Wirkung der Temperatur. Die zur Befestigung der Schiene auf der Schwelle benutzten Krampen üben keinen grofsen Druck auf den Schienenfufs aus. Die Wanderung erfolgt in der Zugrichtung ohne Rücksicht auf die Temperatur. Die Neigung der Bahn trägt wenig zur Wanderung bei. Aber selbst bei Steigungen wandert das Gleis in der Zugrichtung. Die Ansichten, ob das Wandern auf einem harten oder weichen Untergrund gröfser ist, gehen nach den gemachten Beobachtungen auseinander. Nach der Theorie, dafs ein biegungsfähiges Gleis dem Wandern keinen solchen Widerstand entgegensetzt als ein starres, ist ein leichtes Profil dem Wandern mehr unterworfen als ein schweres. Unter dem Einflufs der Temperatur dehnen sich die Schienen aus und zwar kann sich die Ausdehnung, wenn die Laschenbefestigung mit Bolzen erfolgt, nicht frei auswirken. Das Gleis wird sich dann werfen Aus diesem Grunde werden bei manchen Gesellschaften die Anliegeflächen eingefettet und die Schrauben in der heifsen Jahreszeit etwas gelockert. Nach den praktischen Erfahrungen ist die linke Schiene im Wandern voran. Es könnte dies dem Umstand zuzuschreiben sein, dafs die Bettung aufsen lockerer ist als in der Mitte. Auf erdiger Bettung wurde das Wandern weniger beobachtet. Das Wandern kann zum Teil hintangehalten werden, wenn das Gleis zum Schutz gegen Temperatureinflüsse bis zum Schienenkopf mit Schotter ausgefüllt wird.

5. Schnarrende Schienen. Diese Erscheinung, der vielleicht wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, entsteht durch Bildung von kleinen schwarzen Flecken auf der Lauffläche des Schienenkopfes, die sich durch Blasenbildung erweitern. Beim Befahren dieser Stellen entsteht ein schnarrendes Geräusch. Wenn man die Blasen untersucht, erkennt man Risse in der Längsrichtung. Oftmals kann man die durch die Blasen gebildete obere Metallhaut mit dem Finger oder mit der Messerpitze entfernen. Die linken Schienen sind am häufigsten von diesem Fehler behaftet. Auf den ersten Blick möchte es scheinen, dafs die entstandenen Aushöhlungen durch Lokomotiven schwerer Züge entstehen, die in einer Steigung anfahren müssen; das Fehlen der Merkmale auf der gegenüberliegenden Schiene zeigt das Unrichtige dieser Annahme. Eine andere Erklärung sucht den Fehler in der Zusammensetzung des Schienenbaustoffes und glaubt, dafs die erwähnten Risse schon bei der Anlieferung vorhanden sind und nur durch eine dünne Metallschicht überdeckt sind.

Wa.

Werkstätten, Stoffwesen.

Die Massenerzeugung von Eisenbahnwagen.

(Railway Age 1923, Nr. 3026.)

Vor einiger Zeit wurde im „Organ"*) über die Anwendung eines Genau-Arbeitsverfahrens in der Holzbearbeitung beim Bau von Personenwagen in den Werkstätten der Midland and Scottish Railway in Derby berichtet. Dieses Verfahren ist nun auch auf den Bau von Güterwagen ausgedehnt worden, für welche es sich nach den Angaben der Quelle noch besser eignet als für Personenwagen, da Güterwagen in gröfserer Zahl gebaut werden.

Die sämtlichen Teile der Güterwagen, auch die Holzteile, werden hiernach auf genaues Fertigmafs auf Maschinen bearbeitet, gebohrt usw., so dafs der Zusammenbau lediglich das Zusammenbringen und Verbinden der Teile ohne jede Pafsarbeit oder besondere Auswahl zusammenpassender Teile erfordert. Gegenwärtig werden in Derby die neuen offenen 12 t-Wagen mit hölzernem Untergestell gebaut, von welchen wöchentlich 87 Stück abgeliefert werden. Die ganze Zusammenbauarbeit ist unterteilt in eine Reihe von Einzelarbeiten, die unter sich so abgeglichen sind, dafs für alle Einzelarbeitsgruppen annähernd der gleiche Zeitaufwand erforderlich ist. Alle Einzelarbeitsgruppen beginnen und beendigen ihre Tätigkeit ungefähr gleichzeitig und bleiben dauernd an demselben Platz, der mit den erforderlichen Lehren, handlich angebrachten Vorratslagern, Hilfsgeräten usw. ausgestattet ist. Nach Umflufs jedes Zeitabschnitts rückt die ganze Reihe der in Arbeit befindlichen Wagen um ein Feld weiter; nach jedem solchen Zeitabschnitt ist ein Wagen fertig zusammengebaut, während gleichzeitig der Bau eines weiteren Wagens begonnen wird.

Beim Bau der 12 t-Wagen sind beispielsweise 10 Zeitabschnitte und 10 Arbeitsgruppen gebildet, die ihre Arbeit an den in der Textabbildung mit einer Ziffer bezeichneten Arbeitsstellen ausführen.

Bei 1 werden die genau vorgearbeiteten und mit allen erforderlichen Bohrungen versehenen hölzernen Langträger mit den Achshaltern, Federböcken usw. ausgerüstet. Zum Festziehen der Muttern dienen Druckluftmaschinen, die an einem kleinen Laufkran aufgehängt sind. Aus der Figur ist ersichtlich, dafs diese Arbeit seitlich vom Wagenbaugleis vorgenommen wird.

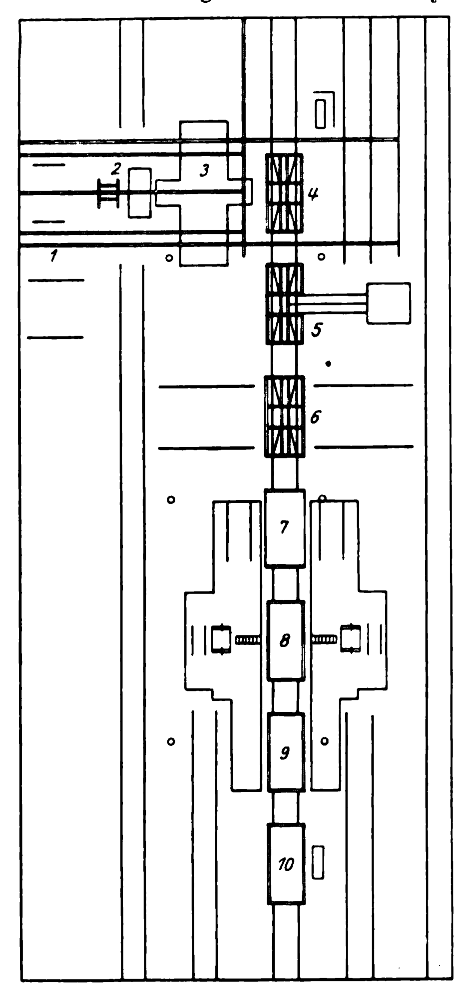
Gleichzeitig sind bei 2 die mittleren Querträger mit den mittleren Langträgern verbunden worden, wobei hydraulische Pressen zum Einziehen der Verzapfungen dienen und Lehren mit Anschlägen die genaue Lage sichern. Auch hier werden die erforderlichen Beschläge für Bremsklotzgehänge usw. gleichzeitig angeschraubt.

Im Zeitpunkt des allgemeinen Fortrückens der Arbeitsstücke bzw. der im Bau befindlichen Wagen liefern Arbeitsplatz 1 und 2

*) „Organ 1924, Nr. 2, S. 41.

ihre Arbeitsstücke an den Platz 3 ab, wo die Hauptarbeit am Untergestell geleistet wird. Auf einer Lehre werden hier die auf Platz 2 vorgearbeiteten mittleren Lang- und Querträger mit den auf 1 vorgearbeiteten Langträgern verbunden, hierauf die bisher an den Enden noch fehlenden mittleren Langträger und Pufferstreben eingepreſst; hierauf folgen die Kopfstücke, Pufferstangen und Federn. Für alle Arbeiten, die ein Zusammenpressen erfordern, dienen hydraulische Preſszylinder, die an diesem Arbeitsplatz sowohl quer zur Wagenlängsachse, als auch an den Kopfstücken in der erforderlichen Zahl vorgesehen sind. Von der Bauzeit auf diesem Arbeitsplatz 3 hängt die gesamte Leistung der Anlage ab, da hier nur eine beschränkte Zahl von Arbeitskräften verwendet werden kann und die Arbeitszeit an den anderen Plätzen sich nach dieser richten muſs. Diese Zeit beträgt gegenwärtig eine halbe Stunde.

Grundriſs ber Wagenwerkstätte in Derby.



Nach Umfluſs dieser Zeit wandert das Untergestell auf Arbeitsplatz 4, wird hier in seine richtige Lage umgestürzt, nachdem es bisher verstürzt bearbeitet wurde, und unter gleichzeitigem Einbau der Tragfedern auf die Radsätze gesetzt. Von hier ab bewegt sich das Arbeitsstück (das Wagenuntergestell) auf eigenen Rädern weiter, um auf den übrigen Arbeitsplätzen 5 bis 10 in je $^1/_2$ Std. zum fertigen Wagen (ausschlieſslich Anstrich) ausgebaut zu werden. Die Hauptarbeiten sind dabei wie folgt verteilt:

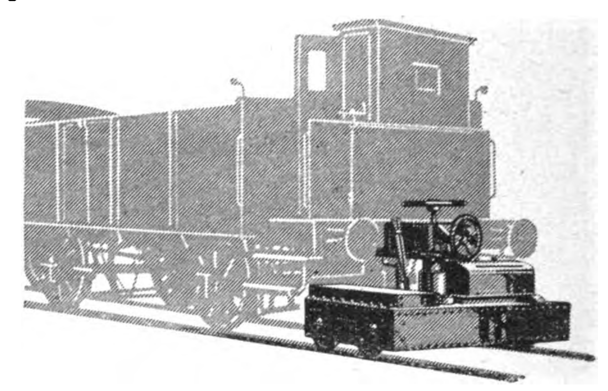
Bei 5 Einbau der Stirnwandrungen, Zugvorrichtung, Zughaken,
„ 6 Einbau der Seitenwandsäulen, Kastenstützen, Bodenrahmen etc.,
„ 7 Verlegen des Fussbodens, Anbringen der Stirnwandbretter,
„ 8 Anbringen der Seitenwandfelder, Türen,
„ 9 „ „ Kasteneckplatten,
„ 10 „ „ Bremsteile, Kupplungen etc.

Von Arbeitsplatz 5 ab werden die Wagen durch besondere Zwischenstücke verkuppelt, die die Aufgabe haben, zwischen den Wagen einen gewissen Abstand zu sichern. Jede halbe Stunde wird der fertige Wagen vom Arbeitsplatz 10 abgezogen und in die Lackiererei verbracht; die übrigen Wagen von 5 bis 9 rücken auf das nächste Feld 6 bis 10.

Mit dem neuen Arbeitsverfahren ist auſser der Beschleunigung der Arbeiten noch der Vorteil geringen Raumbedarfs für die Aufbauwerkstätten und der Entbehrlichkeit schwerer Hebeanlagen für Eisenbahnwagen auf jedem Arbeitsstand vorhanden. Pfl.

Der »Lokomotor«.

Der Lokomotor der Maschinen- und Amaturenfabrik vorm. H. Breuer & Co., Höchst a. Main, ist ein normalspuriges Fahrzeug zum Verschieben von Eisenbahnwagen aller Art auf Werkstätte-, Fabrik- und Anschluſsgleisen. Zum Antrieb dient ein vierzylindriger Verbrennungsmotor von 20 bis 25 PS mit Wasserkühlung, wie er auch für schwere Lastwagen Verwendung gefunden hat. Die Kraft wird auf beide Achsen mittels Kupplung, Zahngetriebe, Gelenkketten und Kettenrädern übertragen. Das Getriebe gestattet drei Geschwindigkeiten in jeder Richtung, von denen die geringste 5 km/Std. (bei voller Belastung), die höchste (für das unbelastete Fahrzeug) 15 km/Std. beträgt.



Die Besonderheit der Konstruktion des Lokomotors liegt in der Art der Kupplung mit dem zu bewegenden Wagen. Um für die Antriebsräder die nötige Belastung zu erzielen, wird ein Teil des Wagengewichtes des zu befördernden Eisenbahnwagens auf das Triebfahrzeug übertragen. Hierzu dient eine Winde, die in der Mitte des Wagengestelles auf zwei kräftigen Trägern leicht federnd angeordnet ist, um Stöſse beim Anfahren aufnehmen zu können (s. Textabb.). Das Windengehäuse wird mit den Einspannhaken unter den Stirnbalken des Wagens geschoben, durch Flügelmuttern befestigt und dann mit Handrad und vertikaler Spindel soweit angehoben, daſs ein Teil des Wagengewichtes auf den Lokomotor übertragen wird und dort zur Vergröſserung des Reibungsgewichtes beiträgt. Auf diese Weise kann der Lokomotor trotz geringen Eigengewichtes eine hohe Zugkraft entwickeln und so zwei bis drei beladene Wagen gleichzeitig fortbewegen. Eine weitere Kupplung auf Zug erfolgt durch eine Öse die um den Zughaken gelegt und durch Handrad und horizontale Spindel fest angezogen wird. Das An- und Abkuppeln kann also durch den Fahrer selbst mit wenigen Handgriffen geschehen.

Besonders geeignet ist der Lokomotor für Werkstätten und Fabrikhöfe, wo es sich in der Regel nur um leichtere Verschiebearbeiten und um keinen dauernden Verschubbetrieb, sondern nur um das Verstellen von einzelnen Wagen handelt. Die Lokomotive, die ständig unter Dampf gehalten werden muſs, arbeitet hier unwirtschaftlich, während der Lokomotor mit Verbrennungsmaschine den Vorteil ständiger Betriebsbereitschaft bietet, auſserdem gröſsere Einfachheit in der Bedienung und Unterhaltung aufweist. Auch die in solchen Fällen meist verwendeten Spille haben gegenüber dem Lokomotor die groſsen Nachteile, die mit den langen Seilen und Führungsrollen verbunden sind, welche die Zugfähigkeit beeinträchtigen und besonders in Betrieben mit starkem Personenverkehr sehr störend und sicherheitsgefährdend wirken.

Ähnliche Triebfahrzeuge werden auch im Ausland verwendet. Im Engineering (Dezember 1923) ist ein Fahrzeug beschrieben, das von den Usines de constructions Mécanique, Villefranche-Sur-Saône gebaut wird. Die Art der Kupplung ist die gleiche wie beim Lokomotor, zum Antrieb dient ein 35 PS Rochet-Schneider-Ölmotor; auſserdem befindet sich auf der Plattform ein Spill, um bei festgebremster Maschine noch gröſsere Lasten fortschleppen zu können. Staufer.

Lokomotiven und Wagen.

D 1 Nafsdampf-Zwillings-Tenderlokomotive der Hafenbahn in Narvik.

(„Die Lokomotive" 1923, Nr. 11.)

Die „Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag" besitzt im nördlichen Schweden grofse Eisenerzlager und verfrachtet diese Erze mit der Ofoten-Bahn nach dem Hafen Narvik in Norwegen. Zum Verschiebedienst benützte die Gesellschaft dort bisher einige D-Tenderlokomotiven von 56 t Dienstgewicht. Um die immer schwerer werdenden Züge schnell zu behandeln, wurde eine Nafsdampf-Tenderlokomotive mit 4 gekuppelten Achsen, einem grössten zulässigen Achsdruck von 16,5 t sowie mit Vorratsräumen für 10 cbm Wasser und 2 t Kohlen ausgeschrieben. Die Lokomotive sollte weiter im Stand sein, eine halbe Stunde lang mit voller Ausnützung des Reibungsgewichtes zu arbeiten und Bögen von 130 m Halbmesser zu durchfahren. Nach einem Entwurf der „Norsk Maskinindustri Aktieselskap" in Kristiania kamen darauf im Juni 1922 2 Stück D 1 Lokomotiven zur Ablieferung.

Die Lokomotiven haben Blechrahmen mit einer kräftigen, wagrechten Versteifung, die vom vorderen Pufferträger bis zum Stehkessel und von diesem wieder bis zum hinteren Pufferträger reicht. Die Versteifung zwischen den Zylindern besteht aus Stahlformgufs. Die erste Kuppelachse hat 18 mm, die Laufachse als Adamsachse 70 mm Seitenbewegung nach jeder Seite. Zur Rückstellung der Laufachse dienen Keilflächen. Die Federn der Kuppelachsen liegen unterhalb der Achslager und sind zwischen der ersten bis dritten Kuppelachse und zwischen der vierten Kuppelachse und der Schleppachse durch Ausgleichhebel verbunden. Der Kessel ist vorne mit dem Rahmen verschraubt; als weitere Verbindung dienen zwei Pendelbleche zwischen der zweiten und dritten Kuppelachse und bei der Stehkesselrückwand. Für die Feuerbüchse wurde Kupfer verwendet, für die Stehbolzen teils Kupfer, teils Manganbronze. Im Dom befindet sich ein Ventilregler, auf dem Einströmrohr sitzt ein Luftsaugeventil. Obwohl Nafsdampfausführung vorgeschrieben war, wurde die Lokomotive doch so durchgebildet, dafs ein Überhitzer nachträglich noch leicht eingebaut werden kann. Die aufsen liegenden Zylinder, die der Umgrenzungslinie halber unter 1:20 geneigt werden mufsten, haben deshalb Kolbenschieber mit schmalen Ringen für innere Einströmung erhalten. Für Leerlauf sind zwei Umlaufhähne angeordnet; die Zylinderdeckel sind mit je zwei Sicherheitsventilen versehen. Die Lokomotive hat Heusinger-Steuerung mit Umstellung durch Steuerhändel, Dampf- und Handbremse und Einrichtung zur Bremsung der Züge mittels Druckluft, die von einer amerikanischen Duplexpumpe geliefert wird. Das Führerhaus ist sehr geräumig, die Kesselausrüstung übersichtlich angeordnet. Das Wasser ist in zwei seitlichen Kästen und einem hinteren Kasten untergebracht. In letzterem ist auch der Kohlenraum eingebaut.

Die Hauptverhältnisse sind:

Kesselüberdruck p	12 at
Zylinderdurchmesser d	575 mm
Kolbenhub h	640 „
Kesseldurchmesser,	1650 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2900 „
Heizrohre, Anzahl	355 Stck.
„ , Durchmesser	42,5/47,5 mm
Rohrlänge	3900 mm
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	11 qm
Heizfläche der Rohre	184,5 „
„ im ganzen H	195,5 „
Rostfläche R	2,8 „
Durchmesser der Treibräder	1250 mm
Durchmesser der Laufräder	988 „
Fester Achsstand	2750 „
Ganzer „	6375 „
Reibungsgewicht G_1	66 t
Dienstgewicht G	81 „
Leergewicht	62 „
Vorrat an Wasser	10 cbm
Vorrat an Brennstoff	2 t
Zugkraft $Z = 0{,}6 . p . d^2 h : D =$	12200 kg
H : R	69,5
H : G	2,4 qm/t
Z : H	62,8 kg/qm
$Z : G_1$	191 kg/t

R. D.

Zwillings- oder Verbundlokomotive.

(Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Nr. 12.)

Die Paris-Orléans-Bahn hat im Jahre 1921 50 Stück 2 C 1-h 2 Schnellzuglokomotiven in Dienst gestellt, die von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft geliefert wurden. Der Kohlenverbrauch dieser Zwillingslokomotiven mit nur 12 at Kesselüberdruck soll (nach der „Revue Générale des Chemins de fer" vom Juli 1923) um 7,7 % unter dem Verbrauch der 2 C 1-h 4 v Lokomotiven derselben Bahn liegen. Da dieses Ergebnis im Widerspruch steht mit den bisherigen Erfahrungen und mit der Theorie der Dampfmaschine überhaupt, versucht die Quelle dasselbe zu überprüfen. Vollständig ist dies nicht möglich, da verschiedene Angaben fehlen, die zu einer kritischen Betrachtung erforderlich wären, so vor allem die Dampfdiagramme zur Beurteilung der Steuerung und Zylinderverhältnisse, sodann Unterlagen über Streckenverhältnisse, Zuggewichte usw. Immerhin zeigte sich, dafs die Verbundlokomotive hinsichtlich Rost, Heizfläche und Überhitzer wesentlich im Nachteil ist. Die gröfsere Überhitzung der Zwillingslokomotive von im Mittel 339° C gegen nur 291° C der Verbundlokomotive bedingt allein schon eine Erhöhung des Dampfverbrauchs der letzteren um rund 6 %. Auffallend ist auch die grofse Rohrlänge der Verbundlokomotive von 5900 mm, die bei den engen Rohren von 50/55 mm Durchmesser eine sehr scharfe Blasrohrwirkung verlangt. Die Zylinder der Verbundmaschine sind im Verhältnis zur Zwillingslokomotive zu klein und somit bei gleicher Leistung überlastet. Dies ist natürlich von nachteiliger Wirkung auf den Dampfverbrauch, weil die Dampfdehnung in der Verbundmaschine dann sehr unvollkommen ist.

Wesentlich günstigere Ergebnisse hat die belgische Staatsbahn mit 2 C-h 4 v Lokomotiven erzielt, die in jüngster Zeit von den Ateliers de la Meuse gebaut wurden. Die Hauptabmessungen dieser Lokomotiven sind:

Kesselüberdruck p	16	at
Zylinderdurchmesser, Hochdruck d	400	mm
„ , Niederdruck d_1	600	„
Kolbenhub h	640	„
Verdampfungsheizfläche	160	qm
Heizfläche des Überhitzers	54,8	„
Heizfläche — im Ganzen — H	214,8	„
Rostfläche R	3,08	„
Durchmesser der Treibräder	1800	mm
Reibungsgewicht G_1	59,7	t

Bei Probefahrten erzeugte der Kessel ohne Schwierigkeit den Dampf für eine Zylinderfüllung von 60 % bei 50 km/Std. Geschwindigkeit und von 55 % bis zu der höchsten Geschwindigkeit von 110 km/Std. Verfeuert wurden Steinkohlenbrikette. Der Dampfverbrauch belief sich schätzungsweise auf nur 6,7 kg/PSi/Std. Der belgische Bericht über diese Fahrten schliefst nach der „Revue Générale des Chemins de fer" vom September 1923:

Die jüngsten Erfahrungen mit dieser neuen Bauart sind ganz zu Gunsten der Vierzylinder-Verbund-Heifsdampflokomotive, wenn sie bei verhältnismäfsig hohen Geschwindigkeiten auf Linien mit schwachen Neigungen verwendet wird. Der Niederdruck-Füllungsgrad liegt zwischen 17 und 25 %. Die Arbeit ist also sehr wirtschaftlich. Die erprobte Anordnung des Triebwerks gewährt aufserdem einen fast vollkommenen Massenausgleich, eine gute Verteilung der Kräfte und verringerte Beanspruchung des Rahmens, was geringe Unterhaltungskosten zur Folge hat. Diese Bauart entspricht auf Linien mit mäfsigen Steigungen den vorteilhaftesten Betriebsbedingungen vom wirtschaftlichen Standpunkt aus. Für Linien, wo die Steigungen häufig 16 ‰ erreichen, würde die Beförderung der schweren Personenzüge wesentlich leistungsfähigere Lokomotiven verlangen und hier würden dann wohl solche mit 3 oder 4 Zylindern und einfacher Dampfdehnung am Platze sein. R. D.

Zur Theorie der Diesellokomotive.

(Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1924, Heft 9.)

Anläfslich der Fertigstellung der ersten Diesellokomotive für die russischen Eisenbahnen — sie wurde von der Maschinenfabrik Efslingen gebaut, der Dieselmotor wurde vom Augsburger Werk der MAN geliefert — veröffentlicht Professor Lomonossoff, der als weitblickender und unternehmender Leiter des russischen Eisenbahnmaschinenwesens bekannt ist, einige theoretische Betrachtungen über

die Zugkraft der neuen Lokomotivart in ihrer Abhängigkeit von der verfügbaren Triebradreibung, den Zylinderabmessungen und den Kraftübertragungseinrichtungen.

Im allgemeinen wird bei Diesellokomotiven nicht der unmittelbare Antrieb gewählt, sondern die Übertragung durch Druckluft oder elektrische Kraftübertragung. Letzteres ist der Fall bei der fertiggestellten Lokomotive. Bei dieser Übertragung pflanzt sich die Ungleichmäfsigkeit der Kraftwirkung der Antriebsmaschine während einer Umdrehung, d. h. das Verhältnis zwischen der höchsten und der mittleren Treibkraft, die bei Dampflokomotiven den Zahlenwert 1,1 bis 1,3 (Drillingslokomotiven bzw. Zweizylinderverbundlokomotiven) hat, bei Dieselmotoren aber selbst bei 6 Zylindern 1,4 erreicht, nicht auf die Treibräder fort, so dafs bis zu einer höheren Ausnützung der Reibung gegangen werden kann. Ebenso entfallen die aus der Fliehkraftwirkung der Gegengewichte sich ergebenden Entlastungen der Räder, die für die Dampflokomotiven zu 0,02 bis 0.20 des Reibungsgewichtes angenommen werden können.

Bezüglich der Wirkung des Federspiels auf die Reibung ist zwischen gekuppelten Achsen (Kuppelung kann auch bei Diesellokomotiven mit Kraftübertragung ausgeführt werden) und Einzelachsantrieb zu unterscheiden. Bei geringer Geschwindigkeit und hohen Zugkräften ist Antrieb durch gekuppelte Achsen dem Einzelachsantrieb überlegen, denn eine Entlastung einer gekuppelten Achse führt die stärkere Belastung einer anderen herbei und es bleibt das auf den Treibachsen ruhende, zur Reibung beitragende Gesamtgewicht das gleiche, wenigstens wenn sämtliche Achsen gekuppelt sind, (sind Laufachsen vorhanden, so beträgt die Verringerung des auf den Treibachsen ruhenden Gewichtes bei Güterzuglokomotiven immerhin nur 5%), während bei Einzelachsantrieb die Antriebskraft an jeder Achse unter der durch die mögliche Federentlastung verminderten Reibung bleiben mufs. Die Verminderung der Belastung einer Einzelachse ist in der Quelle nach Untersuchungen von Marié auf französischen Bahnen und nach Versuchen auf russischen Bahnen mit 0,08 bis 0,20 angegeben, einem Federspiel von 7 bis 10 mm entsprechend.

Unter Berücksichtigung dieser Einflüsse gibt Lomonossoff an, dafs bei einer Reibungsziffer von $\frac{1}{4}$, wie sie feuchten Schienen entspricht, einer Rechnung, die gleichbleibende Triebkraft annimmt und von den sonstigen Einflüssen ebenfalls absieht, eine verminderte Reibungsziffer von $\frac{1}{6,5}$ bis $\frac{1}{4,5}$ für Dampflokomotiven und von $\frac{1}{6}$ für Dieselgüterzuglokomotiven mit Treibstangen und gekuppelten Achsen zugrunde gelegt werden kann, während bei Diesellokomotiven mit Einzelachsantrieb mit einem Wert $\frac{1}{4,3}$ bis $\frac{1}{5}$ gerechnet werden kann.

Was die Abhängigkeit der Zugkraft von der Zylinderleistung anlangt, so besteht gegenüber Dampflokomotiven der wesentliche Unterschied, dafs die Arbeit für ein Spiel der Diesellokomotive praktisch als unveränderlich betrachtet werden mufs, weil der mittlere indizierte Druck aus wirtschaftlichen Gründen innerhalb sehr enger Grenzen (von 7,5 bis 8 at) gehalten werden mufs. Die Leistung kann daher nur durch Veränderung der Drehzahl des Motors geändert werden. Diese Veränderung ist neuerdings in weiten Grenzen gelungen: Schiffs-Dieselmaschinen vermögen ihre Drehzahl zwischen 1 und dem 7,5 fachen zu ändern.

Um die notwendige Änderung der Zugkraft herbeizuführen, müssen Übersetzungen eingeschaltet werden. Rädergetriebe wie bei Automobilen haben hierbei den Nachteil, dafs sich die Übersetzung nur stufenweise ändern läfst und dafs beim Umschalten Stöfse entstehen infolge plötzlicher Änderung der Zugkraft. Auch bei hydraulischer Kraftübertragung durch das Lentzgetriebe ist nur eine bestimmte Zahl fester Übersetzungsverhältnisse möglich. Hingegen gestattet die bei der russischen Lokomotive gewählte elektrische Übertragung stetige Zugkraftänderungen. Dabei ist Gleichstromübertragung mit fremderregter Dynamo und mit Reihenschlufsmotoren zugrunde gelegt, so dafs eine Beeinflussung der übertragenen Kraft durch die Änderung der Erregung der Dynamo, die mit Hilfe des Fahrschalters geschieht, möglich ist.

Die Zugkraftübersetzung ergibt sich nach der Quelle als unabhängig vom Wirkungsgrad der Dynamo und der Motoren.

Die gröfste Zugkraft, die die Diesellokomotive leisten kann, ist gegeben durch die höchste Drehzahl des Motors (gröfste Leistung in PS). Für eine gegebene Umdrehungszahl (gleichbleibende Leistung) ist die Zugkraft umgekehrt proportional der Fahrgeschwindigkeit. Unter Berücksichtigung der Änderung von Drehzahl und Leistung des Motors kann die Zugkraft am Radumfang jedoch in stärkerem Mafse geändert werden.

Eine weitere Grenze für die Zugkraft bildet die Erwärmung der Motoren und die Erregung. Je gröfser die auszuübende Zugkraft, um so gröfsere Werte der Stromstärke sind nötig, allerdings ändert sich die Stromstärke nur proportional der Wurzel aus der Zugkraft. Der Höchstwert der Zugkraft kann daher nur während einer gewissen Zeitdauer geleistet werden, wie dies auch bei elektrischen Lokomotiven der Fall ist. Wird die Erregung auf ihrem Höchstwert gehalten, so zeigt sich die Zugkraft umgekehrt proportional der 2. Potenz der Fahrgeschwindigkeit veränderlich. Bei Geschwindigkeitssteigerungen über 38 km fällt daher die Zugkraft stärker als nach der aus der Leistung sich ergebenden Kurve, so dafs die Lokomotive im allgemeinen nur für Güterzüge geeignet erscheint.

Dr. Ue.

Die Lebensdauer amerikanischer Lokomotiven.

(Engineering 1923, Nr. 3020.)

In längeren Ausführungen, die vom Verfasser als ein Versuch zur Sammlung von Angaben über die Lebensdauer der Lokomotiven in den Vereinigten Staaten bezeichnet werden, wird dargetan, dafs es irrig sei, anzunehmen, die amerikanischen Lokomotiven würden von vorneherein für eine kurze, aber starke Inanspruchnahme und frühzeitige Ausmusterung gebaut. Die Untersuchungen stützen sich auf ungefähr die Hälfte der gröfseren amerikanischen Bahnen.

Die Lokomotiven, die gegenwärtig aus dem Dienst zurückgezogen werden, haben ein mittleres Alter von mehr als 30 Jahren. Die Zurückziehung erfolgt meistens nicht etwa wegen eines mangelhaften Unterhaltungszustandes, sondern wegen veralteter Bauart, die den gesteigerten Verkehrsanforderungen nicht mehr entspricht und unwirtschaftlichen Betrieb zur Folge hat.

Die Notwendigkeit des Zurückziehens der älteren Lokomotiven als Folge der Indienststellung neuer, schwererer Lokomotiven ergibt sich aus nachstehender Übersicht, die das starke Anwachsen der Lokomotivgewichte erkennen läfst.

Beschaffungsjahr	Gewicht der Personenzuglokomotiven			Gewicht der Güterzuglokomotiven	
	2 B t	2 B 1 t	2 C 1 t	1 D t	1 D 1 t
1870	30	—	—	41	—
1880	32,6	—	—	45,5	—
1890	40	—	—	54,5	—
1900	52	73	—	81	—
1910	—	91	114	104	114
1920	—	—	127	114	145

In ähnlicher Weise wie die Lokomotivgewichte sind auch die Wagengewichte angewachsen; der Bahnunterbau und die Brücken mufsten dementsprechend verstärkt werden. Der Achsdruck der Lokomotiven wuchs z. B. von 13,5 t im Jahre 1890 auf 30 t und darüber im Jahre 1920 an. Nennenswerte weitere Steigerungen des Achsdruckes sind vorerst nicht mehr zu erwarten, da bei den gegenwärtigen Raddurchmessern und Raddrücken die Berührungsfläche zwischen Rad und Schiene bis aufs äufserste angestrengt ist. Eine weitere Steigerung der Lokomotivleistung kann daher nur durch Vermehrung der Zahl der Kuppelachsen erwartet werden, doch kommen die bereits vorhandenen schwersten Lokomotivbauarten „Mountain" (2 D 1) im Personenzugdienst und „Santa Fe" (1 E 1) im Güterzugdienst zur Zeit nur für gröfsere Steigungen in Betracht.

Die Entwicklung des Wagenbaues wird in der nächsten Zeit eher verzögernd als beschleunigend auf den Lokomotivbau einwirken, da sie nicht gleichen Schritt mit dem Lokomotivbau gehalten hat. Dieser Umstand wird voraussichtlich eine Verlängerung der wirtschaftlichen Lebensdauer der in den letzten Jahren in Dienst gestellten Lokomotiven zur Folge haben.

Auf Nebenlinien mit leichterem Verkehr ist mitunter eine weit längere Verwendung der Lokomotiven als oben angegeben möglich. Die Louisville- und Nashville-Bahn besitzt z. B. nach ihrem letzten Ausweis 1306 Lokomotiven, von welchen 238 oder 25% schon 30

oder mehr Jahre Dienst geleistet haben und von diesen sind wieder 88 mehr als 40 Jahre und 20 mehr als 50 Jahre im Betrieb.

Ähnliche Verhältnisse zeigen sich auch bei anderen Eisenbahnen, so dafs für die gegenwärtig ausscheidenden Lokomotiven ein durchschnittliches Lebensalter von 30 Jahren angenommen werden kann. Mitunter kommen allerdings Ausnahmen vor, wie ein alter Veteran von 67 Jahren (1856 erbaut) beweist, der heute noch in Valdosta (Georgia) in Dienst steht.

Pfl.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Einführung des elektrischen Betriebes auf der Strecke Rom—Tivoli.

Heft 21 Bd. LXXXIII vom 24. November 1923 von „Le Génie civil" enthält einen kurzen Bericht über die Stromart und Lokomotiven für die elektrische Zugförderung auf der 40 km langen Strecke Rom-Tivoli, auf der zum Teil mit Steigungen von 15‰ ein Höhenunterschied von 170 m zu überwinden ist.

Auch für den elektrischen Betrieb dieser Linie, dessen Ausdehnung bis nach dem 130 km von Tivoli entfernten Sulmona mit Rampen bis zu 33‰ in Aussicht genommen sein soll, ist — wie in Italien allgemein üblich — Drehstrom vorgesehen; doch wird dieser hier nicht wie auf der Strecke zwischen Genua und dem Mont Cenis mit einer Spannung von 3000 Volt und mit 16⅔ Wellen, sondern mit 10 000 Volt und 45 Wellen der Fahrleitung zugeführt, also mit einer Spannung und Polwechselzahl, welche die Verteilung der elektrischen Arbeit für Licht und Kraft in der üblichen Weise zuläfst. Die italienischen Staatsbahnen haben bei der in Mailand ansässigen Zweigstelle der Firma Brown-Boveri je 4 Personenzug- und Güterzuglokomotiven bestellt. Erstere mit der Achsanordnung 1 D 1 hat zwei Drehstrommotoren mit zusammen 2000 kW Leistung, welche, wie Abb. 1 zeigt, hochgelagert zwischen zwei Treibachsen angeordnet sind, während der Umspanner mit dem Übersetzungsverhältnis 10 000/1000 über dem Zwischenraum der dritten und vierten Treibachse Platz gefunden hat. Zum Regeln der Geschwindigkeit stehen vier Stufen: 37, 50, 75 und 100 km/Std. zur Verfügung, mit Hilfe von selbsttätig sich schaltenden Flüssigkeitsanlassern erfolgt die Anfahrt. Die 91 t schweren Lokomotiven sind für Arbeitsrückgewinnung auf der Gefällstrecke eingerichtet, wobei das gesamte Zuggewicht abgebremst wird.

Abb. 1. Personenzuglokomotive der Bahn Rom—Tivoli.

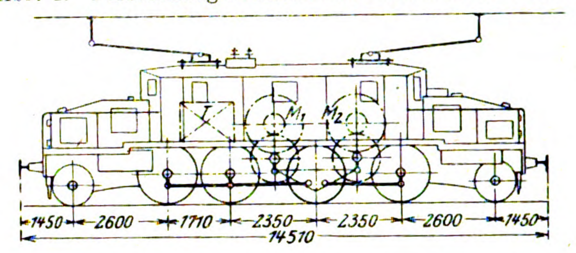
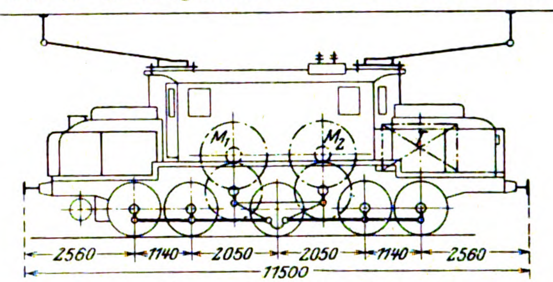


Abb. 2. Güterzuglokomotive der Bahn Rom—Tivoli.



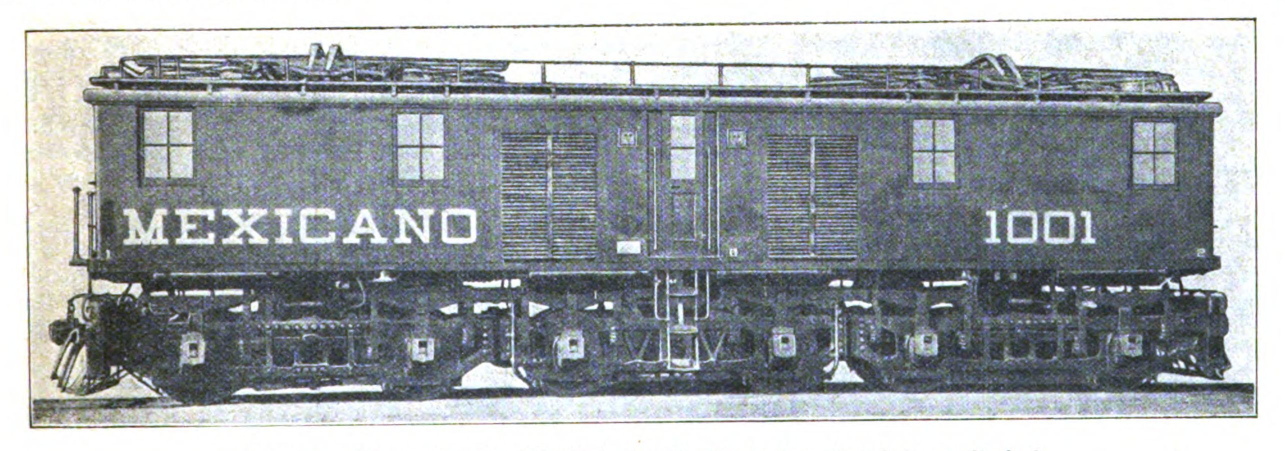
Die Güterzuglokomotiven mit 76 t Gesamtgewicht und der Achsanordnung E sind Fünf-Kuppler und gleichfalls für Arbeitsrückgewinnung eingerichtet; beiderseits der mittleren Treibachse sind in Kasten die je 850 kW leistenden Triebmaschinen untergebracht, deren Schaltung nur zwei Geschwindigkeitsstufen, nämlich 25 und 50 km/Std. zuläfst. Der Umspanner ist, wie Abb. 2 zeigt, in dem einen Vorbau aufgestellt. Achs- und Stangenantrieb, sowie die elektrische Ausrüstung beider Lokomotivgattungen ist im übrigen einander ganz ähnlich.

Naderer.

Amerikanische Gleichstrombahnen.

In Heft 2, Seite 45, ist versehentlich die Abbildung der dort beschriebenen mexikanischen Gleichstromlokomotive weggeblieben. Wir geben sie daher nachträglich wieder.

Die Schriftleitung.



Gleichstromlokomotive für 3000 Volt der Mexikanischen Eisenbahngesellschaft.

Bücherbesprechungen.

Manson, Arthur J., Diplom-Elektro-Ingenieur der Westinghouse Electric und Manufacturing Company. „Railroad Electrification and the Electric Locomotive". 332 S. 149 Abb. 9 Übersichten. Simmons-Boardman Publishing Company, New-York 1923. Zu beziehen durch die Vertretung des Verlags in London 34 Viktoriastreet S. W. 1 zum Preis von 18½ Sh zuzüglich Porto.

Bekanntlich ist die Westinghouse-Gesellschaft die Vorkämpferin für die Verwendung des einwelligen Wechselstroms für Vollbahnen im Gegensatz zur General Electric Company, welche die Anwendung des Gleichstroms vertritt, der in Amerika bis heute in überragender Weise für die elektrische Zugförderung benützt wird. Die Arbeit aus der Feder eines führenden Vertreters der Westinghouse-Gesellschaft bietet daher für die Fachwelt der europäischen Länder, in welchen die Frage der Stromart in den vergangenen zehn Jahren zur Entscheidung reifen mufste, manches bemerkenswerte

Das Buch umfafst dreifsig Abschnitte und einen Anhang. Nach einem kurzen Hinweis über die Vorteile des elektrischen Betriebes im ersten Abschnitte werden in den drei folgenden die elektrischen Mafseinheiten, sowie die Grundgesetze der Elektrizitätslehre in elementarer Form mit Beispielen behandelt. Dieser für Anfänger zugeschnittenen Einführung schliefsen sich einige Abschnitte an, in welchen die grundlegenden Gesetze des Stromverlaufs in Gleichstrom-, Drehstrom- und Wechselstrom-Erzeugern, sowie in den

Motoren der verschiedenen Bauarten zum Teil an Hand von Schalt- und Wicklungsbildern erläutert werden.

In weiteren Abschnitten sind die Kennlinien des Gleichstrom-, Einphasenstrom- und Drehstrom-Bahnmotors vorgeführt und die Möglichkeiten der Geschwindigkeitsregelung erörtert. Erst im elften Abschnitt geht der Verfasser auf die allgemeinen Grundbeziehungen zwischen den für die Zugförderung in Betracht kommenden Gröfsen ein, wie Zugkraft, Beschleunigung, Zug, Neigungs- und Krümmungswiderstand, Geschwindigkeitslinie über Zeit usw. Besonders ist darauf hingewiesen, dafs die in den Schaulinienbildern

(1 für Triebwagen mit 25 bis 60 t Gewicht,
1 für Züge von 0 bis 400 t Gewicht und bis 96 km/St.
1 für Züge von 0 bis 2000 t Gewicht und bis 96 km/St.)

wiedergegebenen Werte für den Zugwiderstand reichlich sind und zu nicht so niedrigen Widerstandswerten führen, wie andere Formeln oder die deutschen Versuche auf der Schnellbahn Berlin-Zossen vom Jahre 1903. Auch die zu Überschlagsrechnungen empfohlenen Werte für Lokomotiv- und Krümmungswiderstand liegen höher als die bei uns gebräuchlichen.

Im zwölften Abschnitt sind Dampf- und elektrische Lokomotiven, sowie deren Zugkraft und Leistungslinien einander gegenübergestellt, und zwar wählte der Verfasser zum Vergleich eine schwere Dampf-Personenzuglokomotive mit vier Treibachsen und 3 Laufachsen und eine elektrische Doppellokomotive 2 C 1 - 1 C 2 für den gleichen schweren Dienst auf Gebirgsstrecken. Beide Lokomotiven haben annähernd gleiches Gewicht; nämlich Dampflokomotive 274 t, elektrische Lokomotive 266 t; erstere entwickelt 2825 Dauer-PS, letztere 3200; die gröfste Zugkraft der Dampflokomotive beträgt 26400 kg, der elektrischen Lokomotive 50000 kg.

In weiteren Abschnitten werden die bekannten Arten der Geschwindigkeitsregelung bei Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstrommotoren behandelt; auf die bei Hoch- und Untergrundbahnen in Amerika übliche selbsttätige Beschleunigungsregelung durch ein Relais wird besonders hingewiesen und betont, dafs für elektrische Lokomotiven diese wohl nicht in Betracht kommen kann, wenn ein Umschalten der Motoren während des Beschleunigungsvorganges in Frage kommt.

Ein weiterer Abschnitt ist den Arbeitsverlusten bei der Beschleunigung der Züge gewidmet.

Im XV. Abschnitt wird die Arbeitsrückgewinnung durch elektrische Bremsung erörtert; der Verfasser erblickt in dieser einen bedeutsamen Vorzug der elektrischen Lokomotive namentlich für Gebirgsstrecken und als Hauptvorteil eine Erhöhung der Betriebssicherheit, da der Führer den Zug besser in der Gewalt hat und Unfälle infolge loser Radreifen ausscheiden; von den in diesem Abschnitte dargestellten Schaltbildern ist auf die in Amerika übliche Anordnung einer besonderen Erregermaschine auf einer Laufachse der Lokomotive „axle generator" für die Zwecke der Arbeitsrückgewinnung hingewiesen.

Nach Behandlung der Luftbrems-Ausrüstung und der hierfür nötigen Sonderteile der elektrischen Lokomotiven schiebt der Verfasser im XVII. Abschnitt kurze Ausführungen über das Anwendungsgebiet der Gleichstrom- und Wechselstrom-Zugförderung ein und unterteilt die elektrischen Lokomotiven in solche mit Stromabnehmer und mit Stromzuführung durch dritte Schiene. Auf die Bauarten der Oberleitung wird in dem Buche nicht näher eingegangen; lediglich die von der American Electric Railway Engineering Association empfohlenen Mafse zur Freihaltung des für die Oberleitung und Stromabnahme erforderlichen Raumes sind in einer mit Skizzen belegten Übersicht angegeben; ebenso die Raummafse für die unterstützte und hängende Stromschiene. Ausführlicher behandelt sind der Pantograph und die Stromabnehmer für die dritte Schiene. Die folgenden Abschnitte behandeln den Umspanner, die Hilfs- und Steuereinrichtungen, wie Verdichter, Lüfter, Widerstände, Hilfsspeicher, elektrisch betätigte Druckluft- und elektromagnetische Schützen nebst ihrem Zubehör. Erst im XXII. Abschnitt geht der Verfasser dazu über, einige Bauarten neuzeitlicher Bahnmotoren in ihren Einzelteilen zu beschreiben; hieran schliefst sich ein Abschnitt an über die Arten des Antriebs, beginnend von dem gewöhnlichen Zahnrad-Antrieb der Strafsenbahnmotoren bis zum vereinigten Stangen- und Zahnradantrieb; die wiedergegebenen Bilder bringen nichts neues gegenüber dem ausführlichen Bericht, den M. G. Gibbs für die 1922 in Rom abgehaltene Tagung des zwischenstaatlichen Eisenbahnverbandes ausgearbeitet hat. Nach einem kurzen Hinweis über die Instandhaltung und Beaufsichtigung der Lokomotive behandelt der Verfafser in längeren, mit Rechnungs-Beispielen versehenen Abschnitten eingehend die Geschwindigkeits-Zeit-Schaulinie und ihre Verwertung zum Bestimmen des Fahrplans, des Kraftbedarfes im Zusammenhange mit den Streckenverhältnissen, ferner die Anordnung und Belastungsverhältnisse der Unterwerke und Speiseleitungen. Der letzte Abschnitt enthält einen Ausblick auf die elektrische Betriebsart der Zukunft; in diesem weist Manson auf die allgemein gültige Tatsache hin, dafs mit zunehmender Gröfse der elektrisch übertragenen Leistung die Übertragungsspannung immer gröfser geworden ist. Er schliefst daraus, dafs man beim elektrischen Eisenbahnbetrieb, wenn die Notwendigkeit auftritt, 7 bis 8000 Tonnen schwere Züge auf 10°/oo Steignng zu befördern, auch aus wirtschaftlichen Gründen gezwungen sein wird, höhere Spannungen für die elektrische Zugförderung zu verwenden; dies wird nach seiner Ansicht nötig machen, zum Wechselstrombetrieb überzugehen.

Im Anhang gibt der Verfasser einen durch Tafeln unterstützten Überblick über die wichtigsten elektrisch betriebenen Bahnen Amerikas nebst den Kraftquellen, Unterwerken und deren Ausstattung, einschl. der Übertragungsleitungen und Betriebsmittel.

Diesen Tafeln schliefsen sich auch solche über die elektrisch betriebenen Bahnen in allen Weltteilen an, enthaltend deren Streckenlänge, Stromzuführungsart, Spannung und Stromart, Zahl der Lokomotiven und Triebwagen und Zeitpunkt der Aufnahme des elektrischen Betriebes. Festzustellen ist, dafs von den in Deutschland elektrisch betriebenen Strecken die Linie Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden (elektrischer Betrieb aufgenommen 1914) in der Übersicht fehlt.

Das manche wertvolle Hinweise auf in Amerika übliche Bauformen enthaltende Buch ist seinem wissenschaftlichen Wert und seinem Inhalte nach für den „self made man" bestimmt.

Naderer.

„Die Eisenbahnreform in Deutschland und Österreich." Zwei Abhandlungen von Dr. Adolf Sarter und Dr. Heinrich Wittek. Sonderabdruck aus dem Archiv für Eisenbahnwesen, Springer 1924. Preis 2 ℳ

Eine bedeutsame Zusammenstellung zur Geschichte des Tages. Der Aufbau der deutschen Reichsbahnverwaltung ist ein heifs umkämpfter Bau. Arbeitseinstellungen, Angriffe der Industrie, Währungsverfall, Ruhrkrieg haben ihn oft und in steigendem Mafse bedroht. Seine Eckpfeiler sind der Art. 89 der Weimarer Verfassung und der Staatsvertrag mit den Ländern, die ihre Eisenbahnen dem Reiche abgetreten haben. Noch ist der Wille der Verfassung nicht erfüllt. Die Verordnung vom 12. Februar 1924, mit der die Reichsregierung, gestützt auf das Ermächtigungsgesetz, das Unternehmen „Deutsche Reichsbahn" schuf, ist eine Abschlagszahlung. Die gesetzliche Regelung soll noch folgen. Das ist die Entwicklung, die Sarter schildert. Alles ist noch im Flufs, und schon erscheint im Gesichtskreis der Plan der Sachverständigen um Dawes mit den Forderungen der Reparations-, will sagen Kriegsentschädigungskommission im Hintergrunde.

Anders die österreichischen Bundesbahnen; sie sind zu einem Abschlufs gelangt. Auch sie sind den dornenvollen Weg des Währungsverfalls und der Zuschufswirtschaft gegangen, bis der Bundeskanzler Dr. Seipel entschlossen den rettenden Weg beschritt. Nach der „Genfer Konvention" mit ihrer Geldhilfe folgen die Bundesbahngesetze, und schliefslich werden mit Acworth Gesundungspläne aufgestellt; in einer Zusammenarbeit, die offenbar als durchaus freundschaftlich empfunden wird.

So regt die blofse Zusammenstellung der beiden Aufsätze von selbst zu Vergleichen an. Dazu nur eine Randbemerkung: Der reichsdeutsche Schriftsteller spricht völlig arglos und ohne Vorbehalt von dem Vertrage von Versailles, als hätten sich die Gegner wirklich vertragen. Der Österreicher nennt das Kind beim Namen: „Der Zwangsfriede von St. Germain". Erfreulich ist die Wärme, mit der Wittek dem reichsdeutschen Schwesterunternehmen Glück zu dem Wege wünscht. Schicksalsgemeinschaft . . .

Dr. Bl

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Abb. 1. Hülsenpuffer Bauart „Rheinmetall."

Abb. 2. Hülsenpuffer Bauart „Siegen."

Abb. 3. Hülsenpuffer mit Reibungsfeder.

Abb. 4. Verstärkung eines Stangenpuffers mit Reibungsfeder.

Abb. 5 und 6. Verlauf der Kräfte einer Reibungsfeder und einer Kugelfeder.

Abb. 1 bis 6. Zum Aufsatz: Verstärkung der Wagenpuffer.

C. W. Kreidel's Verlag, Berlin. Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

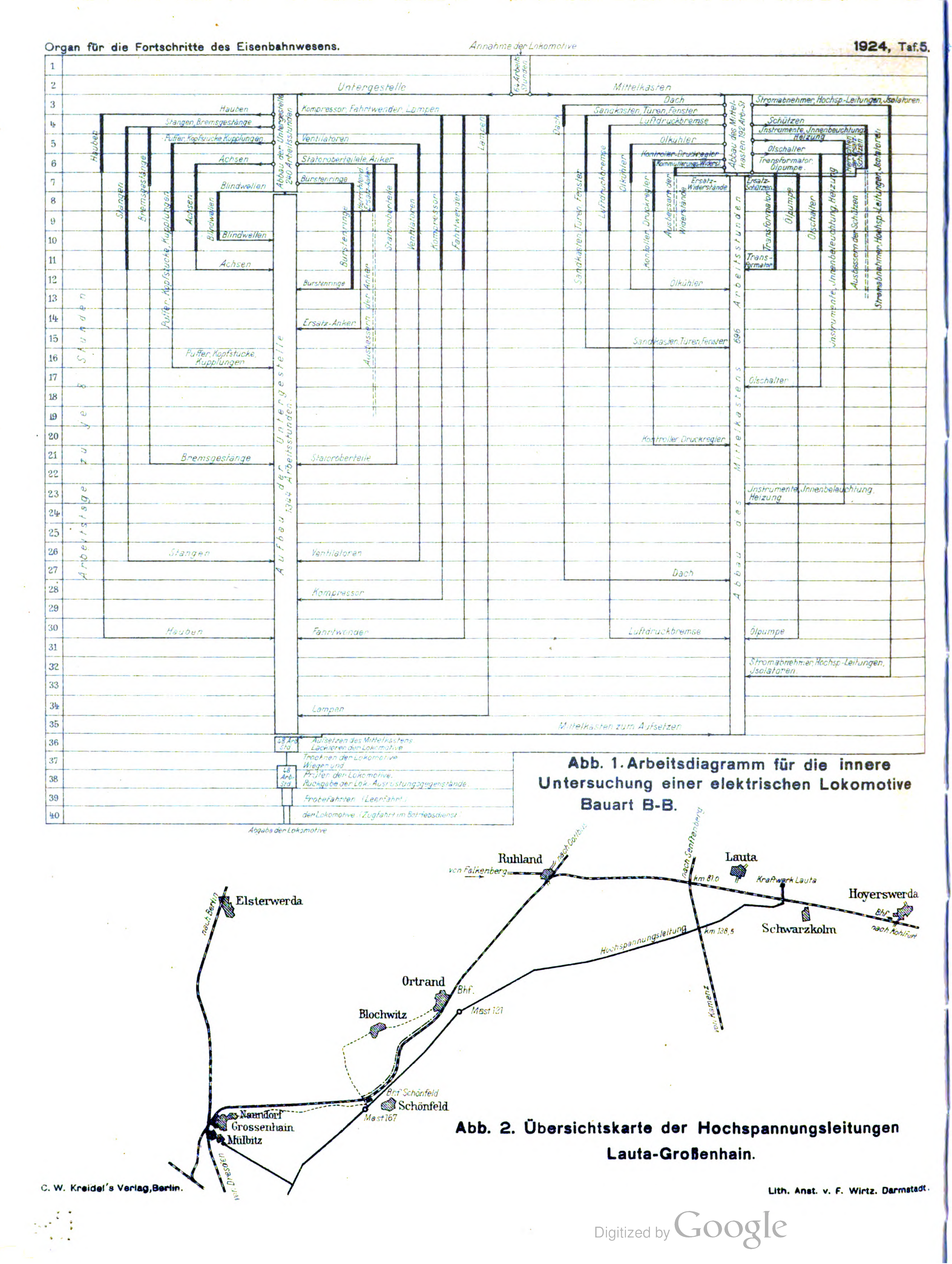


Abb. 1. Arbeitsdiagramm für die innere Untersuchung einer elektrischen Lokomotive Bauart B-B.

Abb. 2. Übersichtskarte der Hochspannungsleitungen Lauta-Großenhain.

C. W. Kreidel's Verlag, Berlin. Lith. Anst. v. F. Wirtz. Darmstadt.

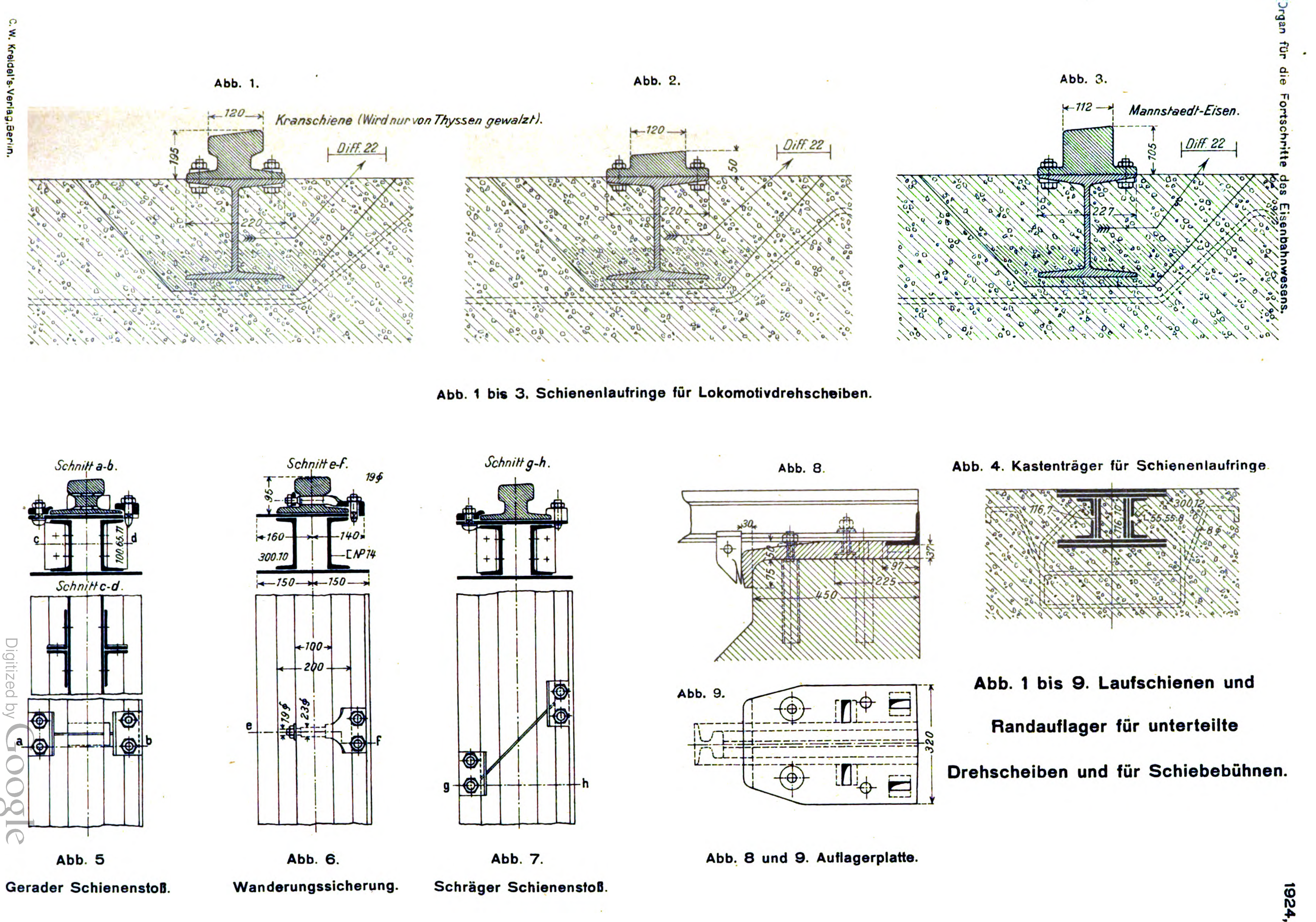


Abb. 1 bis 3. Schienenlaufringe für Lokomotivdrehscheiben.

Abb. 5 Gerader Schienenstoß.

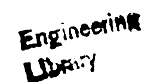
Abb. 6. Wanderungssicherung.

Abb. 7. Schräger Schienenstoß.

Abb. 8 und 9. Auflagerplatte.

Abb. 1 bis 9. Laufschienen und Randauflager für unterteilte Drehscheiben und für Schiebebühnen.

C. W. Kreidel's Verlag, Berlin.



1924 HEFT 5

ORGAN

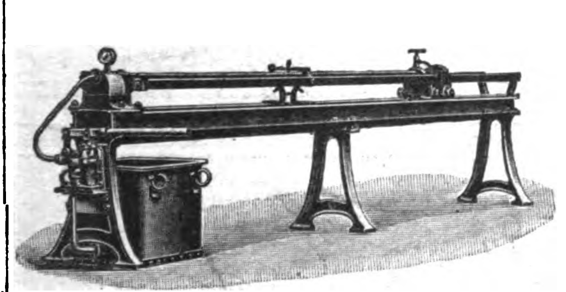
FÜR DIE

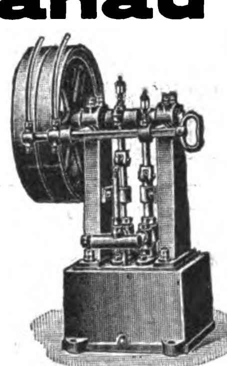
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:


Hydr. Rohrprüfapparat


Hydr. Presspumpe



Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang — **15. Mai 1924** — **Heft 5**

Der Eisenbahnbetrieb auf Steilrampen mit Zahnrad- oder Reibungs-Lokomotiven.

Von Prof. Nordmann, Regierungsbaurat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin.

Hierzu Abb. 1—14 auf Tafel 7.

[Fortsetzung von Seite 74.*)]

Die Versuche mit der T 20 und der Heifsdampfvierzylinder-Verbund-Zahnradlokomotive von Esslingen auf den Steilstrecken der Reichsbahn 1923.

Mit den oben geschilderten Vergleichsfahrten war nun freilich das Grenzgebiet zwischen Reibungs- und Zahnradbetrieb noch nicht völlig durchforscht. Es konnte mit Recht als stark verschoben gelten, aber die betriebliche und wirtschaftliche Grenze nach oben war gerade angesichts der für 60 $^0/_{00}$ Steigung sicher vorhandenen Überlegenheit des Reibungsbetriebes noch unbekannt. Und dann hatte sich die schwere Reibungslokomotive wohl mit den ehrwürdigen ersten Zahnradlokomotiven für gemischten Betrieb der Harzbahn und der preufsischen T 26 gemessen, aber noch nicht mit den modernen 1 D 1 + 2 Z und E + 1 Z Vierzylinder-Verbund-Heifsdampflokomotiven der Bauart Preufsen, gebaut von Borsig, und Württemberg, gebaut von Esslingen, die als moderne Lokomotiven die Überlegenheit der Reibungslokomotiven auf 60 $^0/_{00}$ zwar vielleicht nicht wieder aufheben, aber doch stark herabmindern konnten.

In dieser streng systematischen Art wurde nun freilich die Grenzfrage nach Beendigung der Versuche mit den Mammutlokomotiven nicht sogleich gestellt, aber die Entwicklung drängte von selbst darauf hin. Zunächst war es selbstverständlich, dafs das Eisenbahn-Zentralamt die neue T 28 Lokomotive (1 D 1 + 2 Z) wie alle neuen Lokomotivgattungen Versuchsfahrten unterzog (1922). Weiter lag der Gedanke zu nahe, die zwar für allgemeinere Zwecke bestimmte, aber gegenüber der Halberstadt-Blankenburger Lokomotive noch schwerere und leistungsfähigere T 20 auch auf den Zahnradstrecken mit 60 $^0/_{00}$ Steigung zu erproben, um ihn zu übersehen. Endlich waren die aufsehenerregenden Leistungen der Mammutklasse, namentlich durch ihre Veröffentlichung durch Präsident H a m m e r bekannt geworden; in dieser fand sich auch der Hinweis, dass die T 16 Lokomotive bei ihrem stattlichen Reibungsgewicht Leistungen bis zu 140 t auf 60 $^0/_{00}$ zu bewältigen vermochte, wenn auch für den Bergbetrieb ihre Zylinder zu klein sind. Das regte die Reichsbahndirektion Frankfurt im Frühling 1923 an, für ihre Zahnradstrecke Herrnberg—Hirzenhain beim Reichsverkehrsministerium die ausdrückliche Zulassung des Reibungsbetriebes zunächst mit der für den vorliegenden Verkehr ausreichend leistungsfähigen, einfachen T 16 Lokomotive zu beantragen. Da um jene Zeit bereits sehr befriedigende Versuche mit der neuen T 20 auf der Harzbahn vorlagen, so drängte sich das Endglied dieser Gedankenkette gleichsam von selbst auf: das Reichsverkehrsministerium beauftragte im Juni 1923, indem es den Reibungsbetrieb im Westen zunächst als Sonderfall unter der Bedingung sorgfältiger Unterhaltung der Sandstreuer genehmigte, das Eisenbahn-Zentralamt mit grundsätzlichen Versuchen über die wirtschaftliche und betriebliche Grenzlage zwischen Reibungs- und Zahnradbetrieb. Zu dem Ergebnis dieser Versuche, zu denen auch Zahnradbahnen anderer Steigungen und die neue württembergische Zahnradlokomotive herangezogen wurden, sollte noch der Lokomotiv-Ausschufs gehört werden, dessen Gutachten sich freilich bei dem eindeutigen Ausfall der Versuche im wesentlichen nur in Richtung einer formalen Zustimmung bewegen konnte.

Nach diesen Vorbemerkungen sollen nun die neuesten Versuche ausführlicher und systematisch nach einzelnen wichtigen Gesichtspunkten behandelt werden.

Ort, Zeit und Art der Versuche.

Im Frühjahr 1922 wurde zunächst die T 28 auf den thüringischen und rheinischen Zahnradstrecken untersucht; die Steigungen waren die gleichen wie im Harz, lediglich zwischen Schleusingen und Suhl liegt auch eine Zahnstrecke von 1 : 15 = 66 $^2/_3$ $^0/_{00}$. Anfang 1923 kam die erste T 20 Lokomotive heraus und wurde sofort dem Lokomotiv-Versuchsamt Grunewald zugewiesen. Nach vorbereitenden leichteren Fahrten und schweren Güterzugfahrten auf der Strecke Grunewald—Sangerhausen (lange Steigungen 1 : 100) wurde sie im März zu messenden Versuchsfahrten gastfreundlich auf der Harzbahn aufgenommen (Profil Abb. 1, Taf. 7). Diese hatte sich zu gleicher Zeit eine weitere T 20 von der Reichsbahn geliehen, um sie im R e g e l b e t r i e b mit ihrer Mammutklasse zu vergleichen und danach zu entscheiden, nach welcher Bauart bei Verkehrszunahme etwa künftig weiter zu beschaffende Lokomotiven ausgeführt werden sollten. Im Juni 1923 folgten Versuchsfahrten auf den thüringischen Zahnradbahnen, an die sich unmittelbar eine Erprobung auf stark steigender Hauptbahn, der im Zuge Stuttgart—München liegenden »Geislinger Steige«, mit 1 : 44,5 im Mittel, 1 : 43 maximal, anschlofs. Soweit hatte es sich noch um eine Erprobung der T 20 unter den verschiedensten Verhältnissen gehandelt. Die Fahrten im Oktober 1923 auf den Strecken Honau—Lichtenstein 1 : 10 (100 $^0/_{00}$, Profil Abb. 2, Taf. 7) und Klosterreichenbach—Freudenstadt 1 : 20 (50 $^0/_{00}$, Profil Abb. 3, Taf. 7) dienten bereits ausdrücklich der systematischen Durchforschung des Grenzgebietes, und die Reichsbahndirektion Stuttgart hatte dankenswerter Weise einer vorübergehenden Zulassung der schweren T 20 Lokomotive trotz des leichten Oberbaues dieser Strecken die Zustimmung nicht versagt. In diese Fahrten wurde dann die neue, bestimmungsgemäfs hier diensttuende E + 1 Z Zahnrad-Lokomotive einbezogen, während auf eine Untersuchung der alten, hier gleichfalls verwendeten Zahnrad-Lokomotiven verzichtet wurde, da diese als leichtere Nafsdampf-Lokomotiven von vornherein für die Entscheidung der Grundfrage unter neuzeitlichen Gesichtspunkten nicht in Betracht kommen.

Die Versuche fanden sämtlich unter Benutzung der beiden Lokomotiv-Mefswagen des Eisenbahn-Zentralamts statt, und zwar bis Frühjahr 1923 mit dem Mefswagen 1, die späteren Fahrten mit dem Mefswagen 2. Die Zuglast wurde im allgemeinen durch Züge des Betriebs gegeben. Die Versuchszüge wurden in passende Lücken des Fahrplans eingefügt. War genügend Ladegut vorhanden, wie in einigen Fällen auf der Harzbahn, so war der Zug zu Tal ein solcher in entgegengesetzter Richtung, sonst wurde der Versuchszug unter Änderung seiner Last mehrere Male bergauf und -ab gefahren, und die nicht rein der Belastung dienenden, sondern mit aufgeliefertem Gut beladenen Wagen wurden schliesslich gleichsam nach Art der Echternacher Springprozession in ihrer Marschrichtung endgültig abgeschoben. Auf der Steigung Honau—Lichtenstein

*) Berichtigung: Im 1. Teil des Aufsatzes ist auf Seite 73, Heft 4, die Steigung der Halberstadt-Blankenburger Bahn irrig angegeben. Es mufs in der ersten Spalte oben sowie weiter unten 60 v. T. statt 1 : 60 heifsen.

dienten die Reserve-Personenwagen des Sommerverkehrs als Zuglast. Zur genügenden Auslastung wurde in mehreren Fällen auch ein Schlafwagen mitgenommen, der dann gleichzeitig nachts zur Beherbergung der Fahrtteilnehmer diente.

Die Talfahrt diente stets der Erprobung der Gegendruckbremse der Lokomotive. Sie geschah meist so, dafs wir den Zug voranlaufen, gleichsam zu Tal hängen liefsen, und, solange es ging, ihn mit der Gegendruckbremse allein dahin beherrschten, dafs er mit möglichst gleichbleibender Geschwindigkeit (20—25 km/St) bergab fuhr. Für die nötige Sicherheit war selbstverständlich gesorgt, einmal durch Betriebsbereitschaft der Druckluftbremse, die übrigens bei den württembergischen Personenwagen jener Strecken auch die Bremszahnräder beherrschte, daneben und bei Zügen ohne durchgehende Bremse durch ausreichende, ortskundige und also geschulte Bremsermannschaft, die Weisung hatte, bei unzulässigem Anwachsen der Geschwindigkeit die Handbremsen anzuziehen. Bei der Talfahrt auf 1 : 10 mit schweren Zügen oder bei feuchtem Wetter war die Mitwirkung der üblichen Bremse trotz der Gegendruckbremse nicht zu entbehren. Der eigenartige Betrieb mit dem herabhängenden Zuge findet seine Erklärung in dem Umstand, dafs die für den Zug noch verfügbare Wirkung der Gegendruckbremse mit dem Zugkraftmesser des Mefswagens festgestellt wurde, was eben nur bei Beanspruchung auf Zug möglich ist. Bei voranfahrender Lokomotive läuft der Zug auf; es würden dann Drücke, und zwar die Summe der Drücke in den beiden Pufferstangen, zu messen sein, was der Zugkraftmesser naturgemäfs nicht leisten kann. Der Einbau eines Druckkraftmessers in den neueren Mefswagen ist vorgesehen.

Die insgesamt vorgenommenen Messungen umfafsten neben der Zugkraft am Zughaken der Lokomotive und der Zuggeschwindigkeit alle Werte, die auch sonst zur Beurteilung der Leistung und Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven bestimmt werden. So wurde die Arbeit am Zughaken in mkg bei dem Mefswagen 1 durch ein die Zugkraft über dem Weg integrierendes Planimeter unmittelbar gemessen, bei dem noch nicht ganz fertigen Mefswagen 2 durch Planimetrieren des Zugkraftstreifens bestimmt. Da die Leistungszähler auf den Indikatoren erst in nächster Zeit angeliefert werden*), so konnte die indizierte Leistung nur stichprobenweise durch Aufnahme von Indikatordiagrammen gemessen werden, die ja ohnehin zur Beurteilung der Güte der Steuerung und zum Erkennen der Kompressionsvorgänge bei der Bremsfahrt zu nehmen waren. Durch Vergleich von Indikatordiagrammen, aufgezeichnet in zweifelsfreiem Beharrungszustand, mit der Zugkraftmessung am Zughaken konnte nachträglich, wie unten ausgeführt, in einigen Fällen auch der Gesamtwirkungsgrad der Lokomotive bestimmt werden.

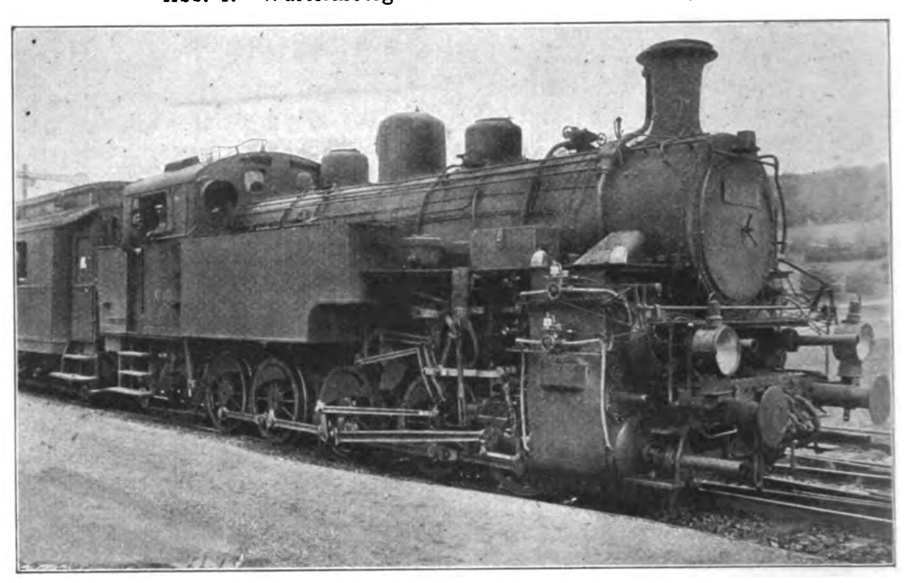
Die Messungen erstreckten sich weiter auf die Temperaturen des Heifsdampfes im Sammelkasten und Schieberkasten, des Auspuffdampfes, des Speisewassers vor und hinter dem Vorwärmer, sowie die Temperaturen der Rauchgase vor der Rohrwand und unter dem Schornstein; ferner auf den Blasrohrüberdruck und den Unterdruck in der Rauchkammer, der Feuerbüchse und dem Aschkasten, sowie endlich auf die Bestimmung des Wasser- und Kohlenverbrauchs. Der erstere wurde sowohl durch Ablesung des Wasserstandes in den Behältern mit Mefslatte — naturgemäfs immer auf wagrechten Gleisstücken der Bahnhöfe —, als auch durch eine in die Vorwärmer-Speiseleitung eingebaute Siemens-Wasseruhr gemessen. Die Bestimmung des Kohlenverbrauchs geschah durch Zumessung in Körben aus dem Kohlenbehälter zur Entnahmestelle des Heizers.

*) Nur bei den Fahrten auf der Geislinger Steige wurden einige, von der Firma Maihak, Hamburg, zur Erprobung zur Verfügung gestellte Leistungsmesser verwendet.

Alle Augenblickswerte wurden auf ein sowohl auf der Lokomotive wie im Mefswagen ertönendes elektrisches Hupensignal festgestellt, derart, dafs jedesmal im Mefswagen eine Kontrollaufschreibung der abgelesenen Zugkraft und Geschwindigkeit erfolgte, die Indikatordiagramme sämtlicher Kolbenseiten mit vom Führerstand elektrisch gesteuerten Indikatoren aufgenommen und die Lage der Steuerung, sowie Kessel-, Schieberkasten- und bei den Verbundlokomotiven der Verbinderdruck, sowie Blasrohrdruck und Unterdruckwerte auf dem Führerstand vermerkt wurden. Die Temperaturen wurden mit elektrischen Fernthermometern im Mefswagen schnell hintereinander durch Niederdrücken der Tasten in entsprechender Reihenfolge festgestellt.

Die auf Grund aller dieser Ablesungen ausgearbeiteten Gesamtaufnahmen je einer Fahrtengruppe mit der 1E1 Reibungslokomotive (T 20) und der E + 1 Z-Zahnradlokomotive zeigen die Zusammenstellungen 1 und 2, wobei jede Einzelfahrt eine wagrechte Zeile bildet. Abb. 4 bis 6 auf Taf. 7 sowie Textabb. 1 stellen ferner die württembergische Zahnrad-Lokomotive und die Anbringung der Indikatoren an ihr dar. Zu allen Messungen ist zu bemerken, dafs gewisse Fehler in Kauf genommen werden müssen. Der Zugkraftmesser — eine Wasserdruck-Mefsdose — läfst sich z. B. mit dem Fehler 0 immer nur auf eine gewisse Normalkraft mittels eines genaueren Zugkraftprüfers einregeln. In gröfserer Entfernung davon ist dann die Anzeige unter Umständen mit einem Fehler bis hinauf zu mehreren Prozenten behaftet. Da bei den allgemeinen Aufgaben des Mefswagens die Eichung nicht wohl auf die ausnahmsweise grofsen Zugkräfte des Steilrampenbetriebs erfolgen kann, so ist mit der Möglichkeit solcher Fehler zu rechnen. Auch die übrigen Apparate haben z. T. gewisse Fehlerquellen, wie man denn überhaupt an die Messungen in dem verhältnismäfsig rauhen und mit grofsen Kräften umgehenden Eisenbahnbetrieb nicht den Mafsstab des physikalischen oder chemischen Laboratoriums anlegen darf.

Abb. 1. Württembergische Zahnradlokomotive E + 1 Z.



Reibungsverhältnisse.

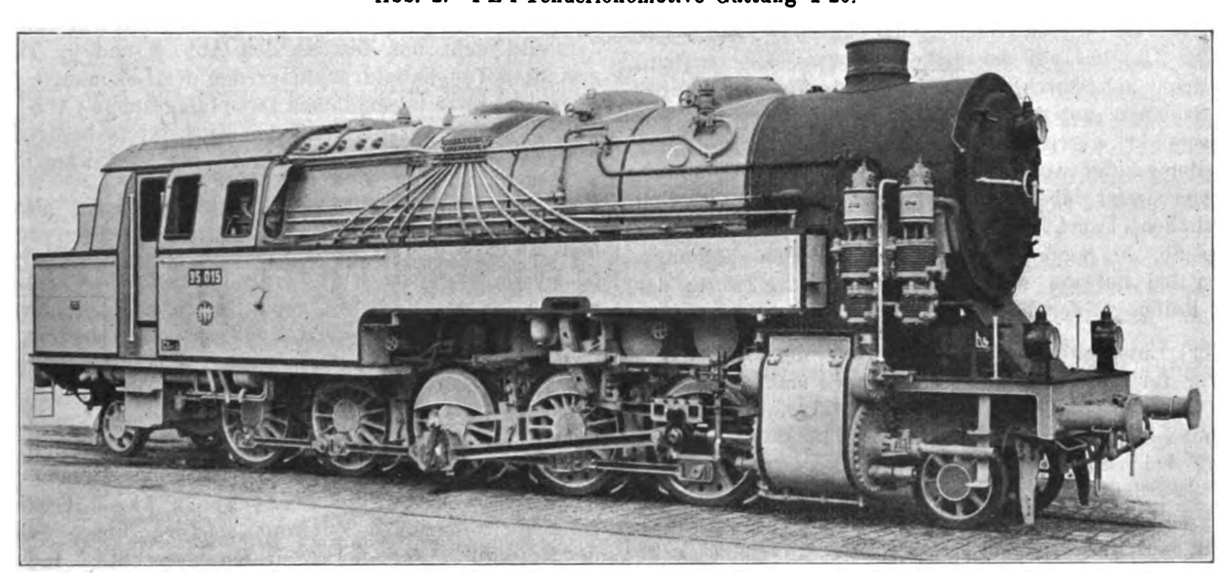
Die wichtigsten Ergebnisse der Versuche sind naturgemäfs die Werte für die Reibungsziffer. Es wurde schon oben von der schnellen Errechnungsmöglichkeit der reduzierten Reibungsziffer, die also die Schwerkraftkomponente zum Reibungsgewicht der Lokomotive in Beziehung setzt, gesprochen und auf den

bei starken Steigungen ziemlich geringen Fehler, sowie seine Unabhängigkeit von dem z. B. mit der Sandung schwankenden Fahrzeugwiderstand und den zufälligen Krümmungsverhältnissen hingewiesen. Eine gewisse Unsicherheit wohnt bei der Dampflokomotive ohnehin der Ermittlung der Reibungsziffer inne, insofern für längere Fahrten mit dem durch Aufbrauchung der Vorräte abnehmenden Gesamt- und Reibungsgewicht nur ein Mittelwert für die Strecke angebbar ist. Wählt man das Reibungsgewicht bei vollen Vorräten, so wird damit die Angabe der Reibungsziffer etwas zu klein; diese mögliche, gelegentliche Unterschätzung kann natürlich keinen Schaden anrichten und ist daher auch im folgenden in Kauf genommen, zumal sie eine kleine Abschwächung hinwiederum dadurch erfährt, dafs mit Abnahme der Lokomotivvorräte auch das gesamte Zuggewicht kleiner wird. Übrigens sind in den Zusammenstellungen über den Reibungswerten für volles Reibungsgewicht noch diejenigen für die festgestellte Abnahme der Vorräte aufgenommen; die Abnahme ist halbiert, um zum Mittelwert zu gelangen. Der durch Vernachlässigung des Fahrzeug- und Krümmungswiderstandes begangene Fehler ist, wie gesagt, auf der häufigsten Steigung der bisherigen deutschen Zahnbahnen mit 60‰ mit 2,5 kg/t bei ungesandeten Schienen gegenüber den 60 kg/t Steigungswiderstand nur 4,2%; auf 100‰ nur 2,5%; bei gesandeten Schienen und gezogenem Zuge zwar etwa 16, bzw. 10%; doch würde im regelmäfsigen Dienst geschoben werden, und der nachfolgende Zug wird infolge der Witterungseinflüsse, die ja gerade zu starkem Sanden zwangen, in der Regel den Sand nur noch in geringem Mafse vorfinden.

In den folgenden Zusammenstellungen sind nun die wichtigsten Werte der erzielten Reibungsziffern angeführt. Zunächst enthält die Zusammenstellung 3 oben unter a) jeweils die beiden Fahrten mit den gröfsten Zuglasten auf 1:10 und 1:20; beidemal unter günstigen Verhältnissen, nämlich ganz trockenen oder ganz reingewaschenen Schienen und ständig laufendem Sandstreuer. Das durch einige Übung sich herausbildende Gefühl, sich dicht vor dem Gleiten der Treibräder zu befinden, bot genügende Gewähr dafür, dafs die Reibungsgrenze erreicht war.

Gegenüber der wirklichen Reibungsziffer sind diese reduzierten Werte, wie erwähnt, um den Betrag des Lauf- und Krümmungswiderstandes und andererseits die Wirkung der Abnahme der Vorräte zu klein. Doch handelt es sich nach den Versuchsaufnahmen hierbei um verhältnismäfsig geringe Beträge (z. B. auf Honau—Lichtenstein Wasserverbrauch 2,57 t, Kohlenverbrauch 0,3 t gegen 125 t Lokomotiv- und 93 t Reibungsgewicht bei vollen Vorräten). Textabb. 2 stellt die T 20 Lokomotive dar.

Abb. 2. 1 E 1 Tenderlokomotive Gattung T 20.



1 E 1 Heifsdampf-Tenderlokomotive-Gattung T 20.

Hauptabmessungen.

Zylinderdurchmesser	700	mm
Kolbenhub	660	»
Treibraddurchmesser	1 400	»
Laufraddurchmesser	850	»
Fester Radstand	3 300	»
Gesamtradstand	11 900	»
Dampfdruck	14	at
Rostfläche	4,36	qm
Heizfläche der Feuerbuchse	17	qm
Anzahl der Heizrohre	218	
Durchmesser der Heizrohre	40/45	mm
Anzahl der Rauchrohre	34	
Durchmesser der Rauchrohre	126/133	mm
Heizfläche der Heiz- und Rauchrohre	183	qm
Kesselheizfläche	200	»
Durchmesser der Überhitzerrohre	30/38	mm
Überhitzerheizfläche	62,5	qm
Gesamtheizfläche	262,5	»
Wasserinhalt bei 150 mm Wasserstand über Feuerbuchsdecke	8,5	qm
Verdampfungsoberfläche	10	»
Leergewicht	103 450	kg
Reibungsgewicht	93 200	»
Dienstgewicht	125 800	»
Wasservorrat	12	ccm
Kohlenvorrat	4	t
Gröfste Geschwindigkeit	70	km/St.

Im Gegensatz dazu enthält die Zusammenstellung 3 unter b) Fahrten, bei denen die Schienenverhältnisse nicht so günstig waren und die Schleudergrenze in der Regel berührt, teilweise mit Sicherheit erreicht war, wie sich an einige Male einsetzendem Schleudern zeigte. Obwohl dauernd gesandet wurde, liefsen sich nur die etwas kleineren Reibungsziffern erreichen; eine Erklärung wird man darin finden können, dafs jener oben erwähnte seifige oder schleimige Überzug der Schienen den Sand nicht in vollem Mafse zur Wirkung kommen läfst, etwa sehr kleine Sandkörnchen in diesem Überzug versinken oder ohne Hinausragen ihrer scharfen Kanten hineingedrückt werden.

Namentlich auf Bahnübergängen bei regnerischem Wetter ist der Einfluſs des durch Fuhrwerke und Fuſsgänger auf die Schienen getragenen zähen Schmutzes besonders fühlbar; hier tritt häufig Schleudern ein, das nur durch reichliche Sandung zu beseitigen ist oder durch rechtzeitige Anwendung vor der Überfahrt verhindert werden kann. Jedenfalls beweisen auch unsere neueren Erfahrungen die Richtigkeit der alten Beobachtungen über ungünstige Beeinflussung der Schienenreibung durch das Gebirgsklima, wenn man ihrer auch durch gute Sandstreuer in sehr hohem Maſse Herr zu werden vermag.

Übrigens sind in der Zusammenstellung nur gelungene Fahrten aufgenommen worden, z. B. nicht eine Fahrt im März 1923, wo die T 20 vor Bast-Michaelstein mit einem 270 t-Zug in der gleichzeitig gekrümmten Strecke in einem Einschnitt bei Nebelreiſsen und etwas Reifbildung hängen blieb und der Zug nach vergeblichen Anfahrversuchen in zwei Teilen hinaufgezogen werden muſste. Hier war also die allerdings schon hohe, erforderliche reduzierte Reibungsziffer von 0,253 nicht mehr durchzuhalten, ebensowenig in einem Falle der tiefere Wert von 0,224 mit einem 290 t-Zug auf 1 : 20 im Schwarzwald, wo bei leichtem Regen, mehrfachen Übergängen und Krümmungen schlieſslich durch stetes Eintreten von Schleudern der Versuch des Wiederanfahrens ebenfalls erfolglos blieb und zum Hinaufschaffen des Zuges in zwei Teilen zwang. Die erfolgreiche Reibungsziffer von 0,244 bei der Harzfahrt mit dem «Mammut» wird der vorzüglichen, langen Übung des Lokomotiv-Personals dieser Bahn gutzuschreiben sein. Die Fahrt am 22. Oktober auf der Strecke Honau—Lichtenstein, absichtlich früh auf durch Frühnebel und Tau leicht befeuchteten Schienen unternommen und vorsichtigerweise mit nur 57 t ausgeführt, verlief derart glatt, daſs die dabei festgestellte Reibungsziffer von 0,195 sicher überschreitbar war. Sieht man von dieser für den Ernstfall des Betriebes natürlich unwirtschaftlichen Fahrt (57 t Zuggewicht gegen 125 t der Lokomotive) ab, so lagen also bei ungünstigeren Reibungsverhältnissen bei Fahrten mit der T 20 die Höchstwerte der reduzierten Reibungsziffer bei 0,218—0,237.

Bei der Entscheidung über die Wahl der reduzierten Reibungsziffer für den wirklichen Betrieb wird man sich zweckmäſsig wesentlich an die mehrjährigen Betriebserfahrungen der Harzbahn anschlieſsen. Nach einer Ende Januar eingeholten Erkundigung bei dem Direktor dieser Bahn, Herrn Dr. Ing. Steinhoff, werden auf der Harzbahn dauernd Züge bis zu 180 t störungsfrei befördert, und zwar bezieht sich die Störungsfreiheit auch auf die strengen Wintermonate Dezember 1923 und Januar 1924, so daſs hierin eine Sicherheit dafür liegt, daſs die daraus zu ermittelnde Reibungsziffer auf jeden Fall mit dem Sandstreuer innegehalten werden kann. Da dieses Zuggewicht an jeder beliebigen Stelle und also bei schwankendem Kohlen- und Wasservorrat der Lokomotive befördert worden ist, so bezieht man zweckmäſsig die Reibungsziffer wieder auf volles Reibungsgewicht der Lokomotive; man kann diese Ungenauigkeit, die im übrigen stets nach unten, also nach der sicheren Seite liegt, um so eher entschuldigen, als vielfach festgestellt worden ist, daſs auch die Gewichtsangaben des Fahrberichts mit wirklichen Wägungen des Zuges nicht genau übereinstimmen. Zahlenmäſsig ist die Sachlage nun so, daſs der insgesamt 280 t schwere Zug auf 60 $^0/_{00}$ eine Schwerkraftkomponente von 16800 kg darstellt, die mit 80 t Reibungsgewicht bewältigt wird. Die reduzierte Reibungsziffer ergibt sich somit zu $0{,}21 = \frac{1}{4{,}76}$. Die Reibungsziffer von 0,21 wäre also dem Reibungsbetrieb auf Steilrampen bei Bemessung des gröſsten Zuggewichts zugrunde zu legen. Für die T 20 ergibt sich damit ein Zug von $\leq$ 200 t auf 60 $^0/_{00}$.

Von Interesse darüber hinaus bliebe die Kenntnis der wirklichen Reibungsziffer in dem üblichen physikalischen Sinne. Um diese kennen zu lernen, muſs zu der reinen Schwerkraftkomponente noch der Zugwiderstand hinzugefügt werden, freilich im üblichen Sinne nur für den Wagenzug. Bei der Lokomotive darf auſser dem vollen Widerstand der Laufachsen für die Treibachsen nur der Krümmungswiderstand und der Widerstand der rollenden Reibung in Ansatz gebracht werden, nicht etwa auch die Achslagerreibung. Denn der Kraftweg ist ja so, daſs von der indizierten Zugkraft der Anteil zur Überwindung der Maschinenreibung im engeren Sinne und der Achslagerreibung gar nicht erst an die Berührungsstelle von Rad und Schiene gelangt, also gar nicht erst zur Reibung in Beziehung gesetzt zu werden braucht. Zu der Unsicherheit eines zutreffenden Ansatzes für die rollende Reibung der Lokomotivtreibachsen kommt nun noch die Tatsache, daſs allem Anschein nach der Zugwiderstand auch ohne Krümmung bei Sandung weit über dem üblichen Wert von 2,5 kg/t in der Ebene liegt. Diese Tatsache erhellt auſser aus einigen gelegentlichen Beobachtungen während der Fahrt, die sogleich mit dem Rechenschieber verfolgt wurden, noch aus einer durch Diagramme im Beharrungszustand festgelegten Stelle eines Zugkraftstreifens (Abb. 7, Taf. 7) der Harzbahn. Hier wurde nämlich eine Zugkraft von 16000 kg festgestellt und zwar als Mittelwert zwischen den gröſsten Ausschlägen des Zugkraftmessers. Daſs dieser arithmetische Mittelwert zugleich den Arbeitsmittelwert der effektiven Zugkraft in diesem Falle darstellt, geht aus dem in den Abb. 8 und 9, Taf. 7, dargestellten Tangentialdruckdiagramm der Lokomotive hervor, wie es an Hand der tatsächlichen Dampfdiagramme (Abb. 10 und 11, Taf. 7) aufgestellt ist. Auf den Kurbelkreis bezogen schwankt die Tangentialzugkraft zwischen 45 und 55 t, wäre also für den Radumfang im Verhältnis $\frac{660}{1400}$ zu reduzieren, also auf 21,2 und 26 t; wie die Abb. 9 leicht erkennen lässt, sind für 51,1 t Zugkraft am Kurbelkreis Überschuss- und Unterschussflächen offensichtlich fast genau gleich*). Die Schwankung des Zugkraftmessers nach dem Zugkraftstreifen bewegt sich allerdings in viel weiteren Grenzen, so daſs dadurch der Hinweis auf Resonanzschwingungen der Zughakenfeder des Meſswagens gegeben ist. Die Tatsache, daſs bei 11 km/St. derartige Resonanzschwingungen auftreten, wird bestätigt durch kürzlich vorgenommene Versuchsfahrten mit einer kleinen Diesellokomotive, die ebenfalls bei fast genau 11 km Geschwindigkeit trotz ihrer geringen Zugkraft sehr merkbare Schwingungen des Zugkraftmessers hervorzurufen vermochte. Indes wird die Resonanz immer nur in Schwingungen um den gleichen Mittelwert bestehen, der ohnehin auch vorhanden wäre. Dazu kann noch angenommen werden, daſs die Zugkraftschwankung am Zughaken der Lokomotive proportional der aus dem Tangentialdruckdiagramm hervorgegangenen Zugkraftschwankung sein wird. Als Mittelwert der Zugkraft am Zughaken wird man daher, wie oben angegeben, die Mitte zwischen den Gröſstausschlägen wählen dürfen. Subtrahiert man von dem Wert von 16000 kg die Schwerkraftkomponente des Wagenzuges und dividiert den verbleibenden Rest von 2850 kg durch das Zuggewicht von 219 t, so ergibt sich ein Zugwiderstand von 2850 : 219 = 13 kg/t.

Nimmt man selbst an, daſs sich der Zug mit einem nennenswerten Anteil noch in der voraufgegangenen Krümmung von 280 m Halbmesser befunden hat, die einen Krümmungswiderstand nach der Formel von Röckl von angenähert 3 kg/t bedingt, so bleiben gegenüber den üblichen 2,5 kg/t immer

*) Der Mittelwert von 23,6 t zwischen den 21,2 und 26 t weicht von dem später angeführten Zugkraftwert von 24,4 t aus der mittleren Dampfspannung des Diagramms um 3,3 % ab. Der Grund liegt in der Ungenauigkeit durch die Streifenzerlegung bei kleinem Maſsstab.

noch 10 kg/t Widerstand übrig. Da indes die gesamten Diagramme immerhin erst mehrere Sekunden nach dem Geben des Signals vorliegen, so ist die Möglichkeit gröfser, dafs der Zug die Kurve schon ganz oder mindestens zum gröfsten Teile verlassen hatte, und der reine Laufwiderstand der Wagen würde dann noch gröfser sein und sich dem Werte von 13 kg/t nähern. Die auf der Strecke Honau—Lichtenstein gemachten Rechenschieberablesungen ergaben ähnlich hohe Werte (10 bis 11 kg/t) und konnten gleichfalls nur im Sinne vermehrten Streckenwiderstandes im engeren Sinne gedeutet werden, nachdem hier die Möglichkeit, dafs das Bremszahnrad der Wagen eine Vermehrung des Widerstandes im Gefolge hätte, durch die Tatsache seiner Beweglichkeit von Hand als ausgeschlossen festgestellt wurde. Es scheint also in der Tat die im geschichtlichen Teil der Abhandlung erwähnte ältere Befürchtung, dafs durch Sandung eine Vermehrung des Zugwiderstandes erfolge, zuzutreffen und das Mehr gegenüber dem üblichen Wert der glatten Schiene durch das weitere Zermahlen des Sandes durch die Wagenräder bedingt zu sein. Allerdings ist, wie oben erwähnt, der Anteil an der Zugkraft der Lokomotive verhältnismäfsig unwesentlich. Macht man nunmehr von dieser Erkenntnis Gebrauch und schlägt zu der Zugkraft bei der Fahrt mit der höchst beobachteten Reibungsziffer noch einen Zugkraftanteil von 2500 kg hinzu, so kommt man auf eine Zugkraft von 27500 kg am Radumfang und damit auf eine wahrscheinliche mittlere Reibungsziffer von 27500 : 91000 = 0,302, wenn der zu 3 t gemessene Vorräteverbrauch kurz vor Erreichung des Brechpunktes auf alle sieben Achsen gleichmäfsig verteilt wird.

Nimmt man nun weiter an, dafs dieser Mittelwert dadurch erreicht ist, dafs auch bei den Spitzenwerten der Zugkraft aus dem Tangentialdruckdiagramm ein Gleiten noch nicht stattgefunden hat, so würde man noch mit 1,1 unter Berücksichtigung des Umstandes zu multiplizieren haben, dafs die Höchstzugkraft zur mittleren sich am Kurbelkreis wie 55 : 50 verhält. Eine absolute Gewifsheit, dafs noch keinerlei Gleiten bei dieser Fahrt stattgefunden hat, ist allerdings nicht vorhanden. Es ist möglich und könnte aus dem Gefühl geschlossen werden, dafs ein leichtes Schleifen gelegentlich schon stattgefunden hat, dafs also bei den Höchstwerten der Zugkraft die physikalische Reibungsziffer schon um ein Weniges überschritten wurde. Bei dem ungefähr sinuswellenförmigen Verlauf des Tangentialdruckdiagramms und seinem flachen Charakter an den Höchstwerten ist indes sicher anzunehmen, dafs dieses gelegentliche Gleiten, wobei man ein leicht knurrendes, würgendes Geräusch zu hören vermeint, noch unerheblich gewesen sein mufs. Jedenfalls aber würde der durch Multiplikation von 0,302 mit 1,1 ermittelte Wert das Höchstmafs der erreichbaren Reibungsziffer darstellen, so dafs ausgesprochen werden kann: **Die Reibungsziffer von Radreifenstahl auf Schienenstahl unter Zwischenschaltung von Streusand beträgt 0,332, also fast genau $^1/_3$.** Wiederholt man die gleiche Rechnung für die Verhältnisse des Dauerbetriebs, so begnügt man sich hier mit einer wirklichen physikalischen Reibungsziffer von 0,26*).

Endlich könnte der Betrachtung noch die Beziehung der indizierten Zugkraft zum Reibungsgewicht zugrunde gelegt werden. Diese Ziffer ist übrigens wiederum wie die reduzierte Reibungeziffer ein fiktiver Wert, hat aber gegenüber dieser den Nachteil, dafs sie in einfacher Weise nicht errechnet werden kann, sondern voraussetzt, dafs man entweder das Diagramm, also die indizierte Leistung, kennt oder aber im Besitz zutreffender Werte für den Eigenwiderstand der Lokomotive ist. Die indizierte Reibungsziffer, wie sie vielleicht genannt werden könnte, ist angewandt worden, allerdings nicht ausschliefslich für Steilrampenbetrieb, von Strahl, der hiermit für die üblichen Streckenlokomotiven die Zylindergröfse zum Reibungsgewicht abstimmt mit einer Gröfse von 0,2 = 200 kg/t, und neuerdings von Rintelen in der »Verkehrstechnischen Woche« 1924, Seite 21, wo er sie mit 0,225 in seine Rechnung speziell für Steilrampenbetrieb einführt.

Wir haben aus unseren Beobachtungsunterlagen den Eigenwiderstand der Lokomotive in folgender Weise zu ermitteln gesucht, wobei hervorgehoben werden mufs, dafs dies für Streckenversuche an sehr wenigen Stellen ohne Leistungszähler gelingt, weil die Gewifsheit bestehen mufs, dafs der Beharrungszustand vorhanden ist, d. h. die Geschwindigkeitslinie völlig parallel der Nullinie verlaufen mufs. Eine solche Stelle vollkommen gleicher Geschwindigkeit mit zugehörigem Diagramm wurde auf der Harzbahn am 8. 3. 23 beobachtet; dabei wurde eine effektive Zugkraft von 16000 kg festgestellt, während die indizierte Zugkraft aus dem Diagramm zu 24400 kg ermittelt wurde. Damit verbleibt ein Lokomotivwiderstand von 8400 kg, der um den Steigungswiderstand von 7200 kg vermindert einen Laufwiderstand von 1200 kg auf die Ebene bezogen darstellt. Dieser Widerstand ist mit 5% der indizierten Zugkraft auffallend gering; auf die Tonne Dienstgewicht umgerechnet ergibt sich rund 9,4 kg/t und auf das Reibungsgewicht nach Abzug des Laufachsenwiderstandes 12,35 kg/t.

Weiter wurde auf der Geislinger Steige eine Reihe von Fahrten mit Leistungszählern vorgenommen, so dafs hier das Verhältnis $Z_i : Z_e$ unmittelbar für die einzelnen Fahrten bekannt ist. Da dieses Verhältnis, wie leicht einzusehen ist, sich für den Beharrungszustand gegenüber der gesamten Fahrt deshalb nicht fühlbar ändern wird, weil auf der Steigung ähnlich grofse Zugkräfte anzuwenden sind, wie bei der Anfahrt auf dem ebenen Bahnhof, so dafs also stets mit nahezu konstanter Füllung gefahren wurde, so kann man wiederum aus der Zugkraft am Zughaken mit dem Verhältnis $= N_e : N_i$ sofort die indizierte Zugkraft erhalten. Zieht man von dieser jeweils den Steigungswiderstand der Lokomotive ab, so verbleibt deren Laufwiderstand, der auch bei den geringen Geschwindigkeiten auf der allerdings schwächer steigenden Geislinger Steige als nahezu frei vom Luftwiderstand angesehen werden kann. Auch hier ergeben sich prozentuale Werte auf Z_i bezogen von 4,53 bis 5,95. Nur in zwei Fällen wurden höhere Werte von 6,45 und 8,75 beobachtet, und die zugehörigen Werte für Dienst- und Reibungsgewicht in den vereinzelten Höchstfällen sind dann 10,9 bzw. 14,0 und 14,2 bzw. 18,5 kg t. Diese sehr niedrigen Werte rufen zuerst einen gewissen Zweifel hervor, aber dieser Zweifel wird mindestens abgeschwächt durch die Tatsache, dafs der Zugkraftmesser bei grofsen Zugkräften, wie gelegentlich seiner Eichung festgestellt wurde, hinter dem Eichinstrument zurückbleibt. Da nun die effektive Zugkraft als Subtrahend erscheint, so würden sich sogar noch kleinere Lokomotivwiderstände ergeben, was allerdings schwerlich zutrifft. Eine nennenswerte Verminderung des Eigenwiderstandes der T 20 gegenüber dem »Elch«, bei dem mehr als 10% (von Z_i) festgestellt wurden, erhellt indes auch aus dem Umstand, dafs der Widerstand gleichzeitig die Beförderungsarbeit für 1 m darstellt, die T 20 aber mit ihren wesentlich gröfseren Rädern einen kleineren Zentriwinkel für 1 m Streckenlänge beschreibt.

Einen genauen Zahlenwert der »indizierten« Reibungsziffer gestattet der mehrfach gestreifte Versuch auf der Harzbahn anzugeben. Dort wurde für die indizierte Zugkraft den Diagrammen der Wert von 24400 kg entnommen, so dafs eine Reibungsziffer von $\mu = 24400 : 93000 = 0,262$ (= 1 : 3,81) auf volle Vorräte bezogen ausgenutzt wurde. Das Zuggewicht

*) Es handelt sich hier natürlich um die Reibungsziffer angetriebener **Räder**; es ist möglich, dafs die Reibungsziffer einer beweglichen Stahlplatte, die über eine andere feste, mit Sand bestreute hinweggezogen wird, eine andere (und zwar vermutlich gröfsere) ist.

von 219 t lag allerdings noch etwas über dem normalen Höchstgewicht für den Betrieb von 200 t, wofür dann $\mu_{ind} = 0,245$ ($= 1 : 4,07$) sich ergibt. Der Rinteln sche Wert von 0,225 für μ_{ind} ist also angemessen, ja sogar nach diesen neuen Ermittlungen vorsichtig gewählt.

Zusammenfassend ist nochmals zu sagen, dafs bei allem wissenschaftlichen Interesse an der physikalischen und indizierten Reibungsziffer die reduzierte am schnellsten zu errechnen und zu handhaben ist und deshalb als Hauptergebnis ausgesprochen werden kann, dafs für den Reibungsbetrieb auf Steilrampen für den normalen Betrieb mit einer reduzierten Reibungsziffer von 0,21 unter Voraussetzung guter Sandstreuwirkung immer gerechnet werden kann, nachdem das zahlreiche Versuchsmaterial bewiesen hat, dafs für günstige Witterungsverhältnisse die Reibung nennenswert höher liegt.

Die Gegendruckbremse.

Vor Erörterung der wirtschaftlichen Frage des Reibungsbetriebes verbleibt in rein betrieblicher Beziehung noch die Frage der Talfahrt mit der Gegendruckbremse zu erörtern. Bei dieser wirkt bekanntlich das Triebwerk der Maschine bei einer der Fahrtrichtung entgegengesetzten Lage der Steuerung bremsend auf jedes gekuppelte Rad, wobei durch Umlegen des in der Ausströmung befindlichen Umstellschiebers Frischluft durch eine besondere Öffnung angesaugt und im Zylinder verdichtet wird. Auch für die Gegendruckbremse spielt die Reibung der Treibräder auf den Schienen die ausschlaggebende Rolle, da die Drehbewegung der Maschine mit der Wirkungsweise als Kompressor hier nicht mehr kinematisch durch den Zahneingriff erzwungen wird, sondern, wie bereits oben bemerkt, auf genügende Reibung angewiesen ist. Ganz allgemein kann man hier sagen, dafs der gleiche Zug mit Gegendruckbremswirkung mit gleicher Sicherheit zu Tal gefahren werden könnte, wenn der Gesamtwiderstand des Zuges, also Laufwiderstand plus der in Zugkraft umgerechneten Kompressorwirkung gleich der Schwerkraftkomponente ist. Schon hieraus erhellt, dafs die negative Zugkraft der als Kompressor arbeitenden Lokomotivmaschine kleiner sein darf als die Zugkraft bei der Bergfahrt, weil der Zugwiderstand bei der Talfahrt bremsen hilft, während er auf der Bergfahrt überwunden werden mufs. Nimmt man für ungesandete Schienen und mittlere Krümmungen zunächst einen Zugwiderstand von 5 kg/t an, so würde für ein Gefälle 60 ‰ das p_{mi} beim Kompressor im Verhältnis $(60 - 5) : (60 + 5) = 0,846$ kleiner sein dürfen als bei der Bergfahrt. Nimmt man jedoch bei Sandung einen Widerstand von 10 kg/t an, so würde das Verhältnis sogar nur $50 : 70 = 0,714$ sein. Nun wird allerdings die mittlere Spannung beim Kompressionsdiagramm in der Tat wesentlich kleiner als beim Dampfdiagramm und zwar aus dem Grunde, weil bei den grofsen Füllungen, um die es sich bei Steilstrecken stets handelt, die Vorausströmung bereits in einem Augenblicke beginnt, wo die Dampfspannung noch längst nicht auf den Blasrohrdruck gesunken ist, während die Kompressionslinie bei der Talfahrt ungefähr mit dem niedrigen Blasrohrdruck beginnt, nachdem vorher während des Saughubes sogar ein geringfügiger Unterdruck geherrscht hatte. Dieser Sachverhalt ist sogleich aus den Abb. 12 und 13, Taf. 7 (trotz der gröfseren Füllung des Kompressionsdiagramms) zu erkennen, und die Flächeneinbufse infolge dieses Umstandes wird auch dadurch nicht wieder wettgemacht, dafs die Kompressions-Adiabate der Luft stärker steigt, als die Expansionslinie des Dampfes fällt.

Schon vor den Versuchsfahrten mit der T 20-Lokomotive waren sehr beachtliche Versuchsergebnisse mit der Gegendruckbremse einer T 16-Lokomotive, gewonnen worden. So wurden auf der Thüringer Zahnstrecke Stützerbach—Thomasmühle am 11. Januar 1923 vor einem 103 t schweren Zuge bei 48 % mittlerer Füllung 6500 kg Zugkraft am Zughaken bei der Bergfahrt gemessen, während bei der Talfahrt vor dem gleichen Zuge 5600 kg Zugkraft bei 72 % Steuerungslage abgebremst wurden. Die Schieberkastenspannung war dabei 10,9 at bei der Bergfahrt und 10,2 at bei der Talfahrt, die Geschwindigkeit der Talfahrt 20 km/St., ein Wert des wirklichen Betriebes. Das Verhältnis der beiden Z_e ist hier in der Tat fast gleich 55 : 65. Es ist jedoch dabei noch zu berücksichtigen, dafs der Zug von 103 t gegenüber den 80 t Reibungsgewicht der T 16-Lokomotive eine annähernd gleiche Ausnutzung des Reibungsgewichts, wie wir sie bei den bisherigen Fahrten zu behandeln hatten, nicht darstellt, wie denn auch die T 16-Lokomotive auf der Harzbahn bis zu 140 t beförderte. Die Lokomotive war also bei der Bergfahrt hinsichtlich der Reibungszugkraft noch nicht völlig ausgenutzt, wohingegen man bei der Talfahrt angesichts der Steuerungslage von bereits 72 % mit der Gegendruckbremse wesentlich mehr nicht wird herausholen können. Höhere Kompressions-Bremskräfte am Zughaken bei der Talfahrt ergaben sich nur bei Fahrten mit wesentlich höherer Geschwindigkeit, so auf Gräfenroda—Oberhof—Suhl im Januar 1923, wo bei 35 km/St. Fahrgeschwindigkeit, 72 % Füllung, 9,3 at Schieberkastenspannung und 387 bzw. 370 ° C im Schieberkasten, rechts bzw. links, 7170 kg Zugkraft festgestellt wurden. Diese beiden Zahlen weisen gleichzeitig auf eine andere wichtige Begrenzung der Kompressionsbremswirkung hin, nämlich auf die hohen Kompressionstemperaturen. Diese kommen dadurch zustande, dafs nicht der Dampf die höchste Temperatur des Diagramms bedingt und also beherrscht, sondern dafs bei der Talfahrt die Kompressionsendtemperatur durch die steiler ansteigende Luftadiabate aufgezwungen wird. Bei den Talfahrten vom Rennsteig herab mit der T 20 wurden sogar mehrfach Temperaturen über 400 ° erreicht, einmal unter Ausschmelzen der Stopfbüchse. Im Interesse der Lebensdauer der Stopfbüchsen wird man daher mit den Kompressionsspannungen und also mit den Temperaturen nicht allzu hoch gehen dürfen, und selbst die hier erwähnten Temperaturen sind nur zu erhalten durch reichliche Einspritzung von heifsem Kesselwasser, das sich, abgesehen von der Möglichkeit, durch den Kesseldruck gröfsere Wassermengen zuzuführen, als besserer Wärmeaufnehmer erwies als kaltes Wasser. Der Grund für diese zunächst paradox anmutende Erscheinung ist darin zu suchen, dafs Wasser an der Grenze der Verdampfung sofort bei hohem Wärmeverbrauch in Dampf umgesetzt wird, wobei es sich räumlich gut verteilt, während das kalte Wasser sich bei geringer Oberfläche zunächst sehr träge gegen Wärmeaufnahme verhält.

Bei neuen, noch sehr gut abdichtenden Kolben- und Schieberringen kann man an sich im Beharrungszustand etwa das gleiche Zuggewicht zu Tal bremsen, wie zu Berg schleppen. Kleinere Zuggewichte kann man auch noch etwas verzögern, jedoch nur dann mit der Gegendruckbremse allein zum Stillstand bringen, wenn sie wesentlich hinter dem gleichmäfsig herabsenkbaren Zug zurückbleiben. Dafs man schwere Züge nicht zum Stillstand abbremsen kann, liegt darin begründet, dafs der Kompressionsvorgang bei sehr geringer Geschwindigkeit von der Adiabaten stark zur Isotherme übergeht und die Dichtungsringe zu viel Luft durchlassen.

In der Regel kann man nach all dem Gesagten mit der Kompressionsbremse nicht ganz das gleiche Zuggewicht für die Talfahrt beherrschen, das man mit aktivem Dampfdiagramm zu Berg schleppt, aber man kann immerhin einen sehr grofsen Anteil der höchstzulässigen Schwerkraftkomponente im Durchschnittsbetriebe abbremsen und ganz wesentliche Ersparnisse an Bremsklötzen erzielen. Für den Betrieb selbst wäre zu sagen, dafs man die Geschwindigkeit auf 1 : 16 und ähnlichen Gefällen nicht etwa über 24 km wachsen lassen darf, die man dann mühelos mit der Gegendruckbremse unter gleichzeitiger

mäfsiger Inanspruchnahme der durchgehenden Bremse beherrschen kann. Jedenfalls ist die (auch bisher auf Zahnradbahnen stets vorhandene) Gegendruckbremse ein unerlässliches Hilfsmittel für den sicheren Reibungsbetrieb auf Steilrampen.

Die Wirtschaftlichkeit des Reibungsbetriebes.

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Reibungsbetriebes auf Steilrampen tritt insbesondere die Frage des Dampf- und Kohlenverbrauchs hervor. Bei einer Reihe von Versuchen ist mit Rücksicht auf die stark schwankende Güte der Kohle und auf die Schwierigkeit, bei kurzen Fahrten den wirklichen, auf die eigentliche Fahrt entfallenden Kohlenverbrauch unter Berücksichtigung der in der Feuerbüchse bereits liegenden Kohlenschicht genau zu bestimmen, auf die Bestimmung des Kohlenverbrauchs ganz verzichtet worden. Bei gleich gutem Kesselwirkungsgrad ist der Dampfverbrauch mit dem Kohlenverbrauch proportional, und der Dampfverbrauch ist ohnehin aus dem Grunde der mafsgebende Wert, weil er die Güte der Dampfwirkung in der Maschine zum Ausdruck bringt, die namentlich je nach der Füllung auch bei gleich gutem Kesselwirkungsgrad recht verschieden sein kann. Aus der Fülle der erhaltenen Dampfverbrauchszahlen, die stets für die PS_e-St. am Zughaken der Lokomotive unmittelbar gemessen sind*), interessieren nun vor allen Dingen einmal die Spitzenwerte für die Fahrten an der Leistungsgrenze der Lokomotive und zweitens diejenigen für Fahrten mit normaler Last.

Wir behandeln zunächst die Steigung 100 $^0/_{00}$, wo bereits ein Zug, der kaum das Lokomotivgewicht übertraf, einen so hohen Wert der Reibungsziffer in Anspruch nahm, dafs er nur unter günstigsten Witterungsverhältnissen unter Zuhilfenahme des Sandstreuers gefahren werden konnte. Dieser 128,5 t schwere Zug erforderte bei der T 20 einen Dampfverbrauch von 26,2 kg PS_e-St., während die württembergische Zahnradlokomotive vor einem 129 t schweren Zuge mit einem Dampfverbrauch von 20,8 kg auskam. Wenn auch diese Zahlenwerte wahrscheinlich mit kleinen Mefsfehlern behaftet sind, die in der nicht immer völlig genauen Anzeige der Mefsinstrumente begründet sind, so ist die Überlegenheit der Zahnradlokomotive doch aus dieser Zahl ohne weiteres zu erkennen. Selbst bei Zügen von 142,6 und 170 t, welche die Reibungslokomotive nicht mehr zu befördern vermochte, überschritt der Dampfverbrauch der Zahnradlokomotive nicht den Wert von 23,5 kg, obgleich bei den erforderlichen hohen Zugkräften die Verbundwirkung nicht mehr in völliger Reinheit aufrecht erhalten werden konnte, sondern vermöge eines Hilfsventils etwas Frischdampf in den Verbinder eingeführt werden mufste. Mutet man der T 20 einen Zug von 96 t zu (wobei die reduzierte Reibungsziffer von 0,21 bereits überschritten ist), so steigt der Dampfverbrauch für die PS_e-St. nach den beiden Versuchen mit dieser Zuglast auf 28 bzw. 29 kg (bei mehrmaligem Schleudern), um bei dem allerdings spielend bewältigten Zug von 57 t den Wert von 42,2 kg zu erreichen, während auch bei den kleinen Zuglasten von 56 und 77 t die Zahnradlokomotive mit Dampfverbrauchszahlen von 25 und 26.6 kg ebenfalls wirtschaftlicher als die T 20 bleibt. Aus all den gegebenen Zahlenwerten erhellt nun ohne weiteres, dafs die Steigung 1:10 für den Reibungsbetrieb bereits zu steil ist, und es darf auch nicht vergessen werden, dafs für die Talfahrten das Vorhandensein der Zahnstange und der in sie eingreifenden Bremszahnräder bei so starkem Gefälle eine wesentlich erhöhte Betriebssicherheit bedeutet. Die Steigung 1:10 liegt bereits jenseits eines wirtschaftlichen und unbedingt sicheren Reibungsbetriebes; die höchste erreichte Zuglast von 129 t bleibt eine glänzende Kunstfahrt, während die mit Sicherheit zu fahrenden leichten Züge sehr unwirtschaftlich sind, wie schon aus dem Umstande hervorgeht, dafs das Lokomotivgewicht hierbei das Zuggewicht bis um das Doppelte übertrifft.

*) Nur bei den Fahrten auf der Geislinger Steige wurden auch die durchschnittlichen PS_i gemessen.

Für die weitere Behandlung der wirtschaftlichen Frage der Reibungslokomotive gegen die moderne Zahnradlokomotive stehen nun in erster Linie die Fahrten auf der Steigung 1:20 im württembergischen Schwarzwald zur Verfügung; daneben diejenigen mit der T 28 auf 1:16 in Thüringen und auf der Strecke Boppard—Castellaun (1922). Während aber, um diese etwas älteren Versuche vorweg zu nehmen, die Verbrauchszahlen der schweren Reibungslokomotive T 20 im Mittel bei 20 kg/PS_e-St. liegen, ergab sich auf den nur vergleichbaren Thüringer Zahnstrecken bei der T 28 bei 24 Einzelfahrten nur einmal dieser Wert (20,4 kg); sonst wurden 22 kg/PS_eSt. stets, und öfters beträchtlich überschritten (bis zu 28 und 32 kg), dabei waren die Züge leichter und die Geschwindigkeit geringer; der schwerste bei schlechtem Wetter schon an der Leistungsgrenze der T 28 gefahrene Zug von 163 t war 37 t leichter, als der anstandslos von der T 20 beförderte von 200 t. Nur auf der langen gleichförmigen Steigung (6 km) der Bopparder Strecke wurden kleinere Verbrauchszahlen bis herab zu 17,0 und von höchstens 24,7 kg/PS_e-St. erzielt; aber einmal liegt eine so lange gleichmäfsige Fahrt mit der T 20 nicht vor, und sodann und vor allem waren die Züge mit 103 und 135 t ganz wesentlich leichter als die mit der schweren Reibungslokomotive beförderten, aufserdem fuhren sie langsamer.

Das Lokomotiv-Versuchsamt Grunewald bezeichnete denn auch in seinem Bericht vom 20. April 1922 die einfache Reibungsmaschine, den »Elch«, als überlegen und die Beseitigung der Zahnstange auf 60 $^0/_{00}$ betrieblich und wirtschaftlich als gerechtfertigt. Die inzwischen geschaffene gröfsere T 20 und die ihr, wenigstens hinsichtlich der Zuglasten (nicht der Geschwindigkeit und Streckenleistung) noch etwas überlegene, damals uns nicht näher bekannte württembergische Zahnradlokomotive lassen demnach die T 28 noch weiter hinter sich zurück, als der »Elch«.

Eine teilweise Erklärung mufs darin gefunden werden, dafs die württembergische Lokomotive nur ein von der Zahnradmaschine angetriebenes Zahnrad besitzt, und damit die Möglichkeit des Zwängens und eines vermehrten inneren Widerstandes der Lokomotive vermeidet. Ein weiterer Grund wird darin liegen, dafs das Verhältnis der Kesselheizfläche zum Gesamtgewicht bei der württembergischen Lokomotive und ebenso bei der T 20 wesentlich gröfser als bei der T 28 ist, und daher die bei den ersten beiden Lokomotivgattungen aus 1 t Lokomotivgewicht herauszuholenden Zugkräfte bzw. Leistungen über denjenigen der T 28 liegen. Auf der Steigung 1:20, auf der die T 20 der gut durchgebildeten und wohlgelungenen Zahnradlokomotive in Wettbewerb gegenüber getreten ist, bewegen sich die Dampfverbrauchszahlen der beiden Lokomotiven auf sehr benachbarten Gebieten. Greift man in beiden Fällen den schwersten gefahrenen Zug von 366 t und 369,5 t bei der T 20 bzw. der Zahnradlokomotive heraus, so ist der Dampfverbrauch, bezogen auf die Leistung am Zughaken bei der T 20 15, bei der Zahnradlokomotive 15,5 kg, ist also in Anbetracht des Umstandes, dafs die Apparate zum Teil mit kleinen Mefsfehlern behaftet sind, ungefähr gleich. Bei der Fahrt mit 366 t Zuggewicht handelt es sich übrigens wieder, wie gelegentlich der Erörterung der Reibungsziffern bemerkt wurde, um eine nur unter günstigsten Verhältnissen durchzuführende Fahrt. Das Zuggewicht, das bei Inanspruchnahme der betriebsmäfsig stets erreichbaren Reibungsziffer von 0,21 befördert werden kann, ergibt sich zu 267 t, während die wirklich gefahrenen Züge 251 bzw. 280 t wogen, die mit Dampfverbrauchszahlen von 15,1 bzw. 15,4 kg befördert wurden. Die württembergische Zahnradlokomotive blieb bei Zügen von 240 und 300 t mit 13,7 bzw. 13,8 kg Dampf-

verbrauch sogar etwas darunter, so dafs von einer wirtschaftlichen Überlegenheit der T 20 in bezug auf den Dampfverbrauch keinesfalls gesprochen werden kann, selbst wenn man sich den Unterschied infolge der Mefsfehler noch bis zu einem gewissen Grade verwischt denkt. Dennoch bleibt eine betriebliche Überlegenheit der T 20 bestehen, die auf der gröfseren Geschwindigkeit infolge der gröfseren verfügbaren Kesselleistung beruht, und daher eine gröfsere Betriebsleistung der Strecke in tkm für die Stunde im Gefolge hat. Während nämlich die Zahnradlokomotive den Zug von 240 t mit 12,6 km/St. bergwärts fuhr, erreichte die T 20 mit dem etwas schwereren Zuge von 251 t 16,8 km/St. und beförderte den Zug von 290 t noch mit 14,9 km/St. bergwärts. Die Zahnradlokomotive fiel bei Zügen von 300 und 309 t bereits auf Geschwindigkeiten von 9,9 und 10,7 km/St. ab. Die schwersten, nur bei gutem Wetter zu befördernden Züge von 366 bzw. 369 t zeigten eine noch gröfsere Überlegenheit der T 20, nämlich von 11,3 km/St. gegen 7 km/St. bei der Zahnradlokomotive.

Trägt man, um eine Kurve für die Abgrenzung der Wirtschaftlichkeit des Zahnradbetriebes auf Steilrampen zu erhalten, in einem Koordinatensystem als Abszisse die Steigungen und als Ordinaten den Dampfverbrauch für ein in der Stunde geleistetes tkm ein, so bleibt die T 20 vorteilhafter als die Zahnradlokomotive bis etwa zu einem Steigungswert von über 80 ‰ (Abb. 14, Taf. 7). Hier beginnt also die Überlegenheit der Zahnradlokomotive unbedingt, auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit in bezug auf die Betriebsstoffe. Für den Dampfverbrauch allein würde die T 20-Kurve etwas nach oben verschoben werden müssen, d. h. für den Fall, dafs die Belastung der Strecke nicht erheblich oder die eigentliche Steilrampenstrecke nur kurz ist, da die Geschwindigkeit auf der Steilrampenstrecke dann von nicht so grofsem Werte ist, wie auf einer l a n g e n steilen Bahn. In jenem Fall würde die Überlegenheit der Reibungslokomotive schon bei etwas geringerer Steigung aufhören. Wir sahen ja, dafs die Dampfverbrauchszahlen auf 1:20 bei den schwersten dort gefahrenen Zügen sich etwa die Wage hielten. Übrigens wird man den Schnittpunkt der beiden Kurven nicht als einen mathematisch streng festzulegenden Punkt betrachten dürfen; denn er ist gegeben durch zwei ganz bestimmte Lokomotivgattungen und könnte deshalb für andere Reibungs- und Zahnradlokomotiven wie die hier vorliegenden sich etwas verschieben. Eine nicht so vorzüglich durchgebildete Zahnradlokomotive würde vermutlich noch weiter hinter der T 20 zurückbleiben, während andererseits — vorausgesetzt, dafs sich die Kurvenbeweglichkeitsfrage gut lösen liefse — eine Reibungslokomotive z. B. mit 6 Kuppelachsen ohne Laufachsen, bei der sich also das Reibungsgewicht mit dem Gesamtgewicht deckt, vielleicht die T 20 etwas zu übertreffen vermöchte. Grofs würde vermutlich der Unterschied indes nicht sein, denn man mufs der Existenz der leichter belasteten Laufachsen doch zweierlei zugute halten, nämlich einmal die Bewahrung der führenden Kuppelachse vor allzu starkem Scharflaufen und andererseits die Unterbringungsmöglichkeit eines leistungsfähigeren Kessels, der ja doch gerade die höheren Geschwindigkeiten der Reibungslokomotive gegenüber der Zahnradlokomotive ermöglicht.

Diese kurze Überlegung führt also dahin, dafs dem Schnittpunkt zwar kein mathematischer Charakter zuzusprechen ist, seine Lage jedoch nicht nennenswert davon abweichen wird. Trägt man nun noch den Gedanken einer gewissen Vorsicht hinein, dafs je steiler die Strecke, desto erwünschter aus Sicherheitsgründen doch die zwangläufige Kinematik der Zahnstange für das Bremsen ist, so wird man das Überlegenheitsgebiet der Reibungslokomotive nach oben auf die Steigung von 70 ‰ abgrenzen. Ist die Betriebsmöglichkeit mit völliger Sicherheit gegeben, so entfaltet, wie ich einer Mitteilung des Herrn Direktor S t e i n h o f f verdanke, die Zahnstange ihre unangenehmen Eigenschaften durch die Gefahr des Vereisens bei starkem Winter und erhöhter Unterhaltungskosten der Strecke, während dieser Mangel bei sehr steilen Bahnen doch

Zweck des Versuchs:
Erprobung der T 20 Lok. 77001
auf Steilstrecken.

Zusammenstellung 1
der Versuchsfahrten und Beobachtungsergebnisse.

Verdampfungsheizfläche = 200 qm.
Rostfläche = 4,36 „

Datum	Versuchszug		Entfernung	Fahrzeit	Mittl. Geschw.	Mittlere Zugkraft	Mittlere Leistung	Mittlere Füllung	Mittlerer Dampfüberdruck			Mittlerer Unterdruck in mm Wassersäule			Mittlere Temperaturen in °C					Wasserverbrauch in kg			Rauchgas-Analyse %			Bemerkungen	
	Achsenzahl	Ges. Gew.							Kessel	Schieberkasten	Blasrohr	Rauchkammer	Feuerbuchse	Aschkasten	Rauchkammer Mitte	Rauchkammer hinten	Ueberhitzerkammer	Schieberkasten	Speisewasser vorgewärmt	im ganzen	für 1 PSe u. Std.	für 1 qm Heizfl. u. Std.	CO_2	O_2	CO	Schienenoberfläche	
1923		t	km	Min.	km/Std.	kg	PSe	%	at	at	at																
Strecke Honau—Lichtenstein. Steigung 1:10.																											
22. X.	5	57	2,15	7^{30}	17,2	5230	161	65	12,7	11,4	0,46	150	81	48	268	287	299	292	85	1760	42,2	70,4	—	—	—	nafs	
19. X.	9	76	2,25	7	19,3	6800	486	60	14	13,1	0,38	123	61	35	308	336	338	341	97	1750	18	75	—	—	—	nafs	Mehrmaliges Schleudern
19. X.	12	96	2,25	13	10,36	8800	339	70	13,9	12	0,23	63	31	19	267	303	312	308	95	2160	29,4	49,8	—	—	—	nafs	
22. X.	12	96	2,15	10^{40}	12	8250	369	65	13,8	12,9	0,32	108	62	32	275	317	317	310	91	1840	28	51,6	—	—	—	trocken	
17. X.	14	109	2	10^{30}	11,4	10190	432	65	14	13,2	0,30	93	46	29	284	327	322	318	92	1850	24,4	52,8	7,9	11,2	0,6	trocken	
17. X.	15	116	2	13^{30}	8,9	11170	386	70	13,8	13	0,29	85	44	24	269	315	308	305	97	1970	23,7	43,7	7,9	11,2	0,6	trocken	
18. X.	15	116	2	11	10,9	11650	472	70	13,8	13,2	0,32	98	51	32	283	337	319	316	101	1800	21,6	49[1]	8	11,8	—	trocken	Zweimal stecken geblieben
18. X.	17	128,5	2	16	7,5	13500	375	80	13,9	13,1	0,37	108	63	35	273	302	315	311	99	2570	26,2	48,2[2]	—	—	—	trocken	
Strecke Friedrichsthal—Freudenstadt Stadtbhf. Steigung 1:20.																											
27. X.	26	251	4,07	14^{25}	16,8	11300	705	54	13,9	12,5	0,24	95	47	24	294	350	341	332	96	2560	15,1	53,3	—	—	—	teilweise feucht	
26. X.	33	280	4,07	18	13,5	12800	640	60	14	12,5	0,33	116	62	24	291	337	333	325	99	2980	15,4	49,6	—	—	—	trocken	
26. X.	32	290	4,07	16^{20}	14,9	12900	713	67	13,8	10,9	0,29	102	54	24	298	346	342	336	92	2940	15,4	51	—	—	—	feucht	
27. X.	38	366	4,07	21^{45}	11,3	16400	679	73	13,9	12,5	0,28	99	52	23	300	351	344	337	96	3730	15	51,5	—	—	—	trocken feuchte Stellen	

Der Wasserverbrauch ist bei allen Fahrten mit dem Wassermesser ermittelt worden.

[1] Der Kohlenverbrauch betrug: im ganzen 250 kg, für 1 PSe und Stunde 2,89 kg, für 1 qm Rostfläche und Stunde 313 kg.
[2] „ „ „ : „ „ 300 „ , „ 1 „ „ „ 3,00 „ „ 1 „ „ „ „ 258 „

gegenüber der erhöhten Betriebssicherheit, ja Möglichkeit in den Hintergrund treten dürfte. Im übrigen würde diese Betrachtung nicht vollständig sein, wenn nicht noch betont würde, dafs der hier behandelte Begriff der Wirtschaftlichkeit sich zunächst wesentlich nur auf den Verbrauch an Betriebsstoffen bezieht. Die Fortlassung der Zahnstange bedingt aber aufserdem einen verminderten Zinsendienst, sowie eine Verminderung der Unterhaltungskosten, die zweifellos wesentlich gröfser sind als der Geldwert des etwas stärkeren Verschleisses der eigentlichen Fahrschienen durch das häufige Sanden. Die Harzbahn, die doch nun schon nahezu 4 Jahre im Reibungsbetrieb fährt, hat eine nennenswerte Abnutzung der Schienen durch die Sandung noch nicht festgestellt und ist also noch nicht gezwungen gewesen, die Fahrschienen irgendwie vorzeitig zu ersetzen. Dieser Umstand erhöht also noch die Überlegenheit des Reibungsbetriebes und vermöchte die Wirtschaftlichkeitsgrenze mit Bestimmtheit auf 80 $^0/_{00}$ Steigung festzuhalten, wenn man nicht doch, wie oben erwähnt, aus Sicherheitsgründen die Steigung von 80 $^0/_{00}$ lieber dem Zahnradbetrieb vorbehalten möchte. Diesem Standpunkt ist auch der Lokomotivausschuss beigetreten und hat die obere Grenze des Reibungsbetriebes mit 70 $^0/_{00}$ vorgeschlagen. Eine entsprechende Entscheidung für das Reichsbahngebiet dürfte zu erwarten sein.

Gesamtwirkungsgrad und Dampfverbrauch.

Das bisher entrollte Bild der Wirtschaftlichkeit wird insofern noch nicht als abschliefsend empfunden werden, als zwei Zahlenwerte noch nicht erörtert worden sind, nämlich einmal der Gesamtwirkungsgrad des Reibungsbetriebes, dargestellt durch die PS_e am Zughaken zu den Gesamt-PS_i der Lokomotive und weiterhin, eng damit zusammenhängend, der Dampfverbrauch der Lokomotive für die PS_i-St. Diese beiden Wertgruppen sind daher noch kurz zu behandeln. Hinsichtlich des Gesamtwirkungsgrades der Zugförderung findet man noch gelegentlich auch in der guten Literatur Unterschätzungen des Verhältnisses $PS_e : PS_i$. So findet sich z. B. für einen Schnellzug aus 10 vierachsigen Wagen von allerdings wesentlich zu leicht angenommenem Gewicht in dem bekannten Band über Heifsdampflokomotiven aus der »Eisenbahntechnik der Gegenwart« von Brückmann dieser Wirkungsgrad auf Seite 67

Zweck des Versuches: Erprobung der württembergischen Zahnradlokomotive 97502.

Zusammenstellung 2 der Versuchsfahrten und Beobachtungsergebnisse.

Verdampfungsheizfläche = 117,1 qm
Rostfläche = 2,5 „

Datum 1923	Versuchszug: Achsenzahl	Versuchszug: Ges. Gew. t	Entfernung km	Fahrzeit Min.	Mittl. Geschw. km/Std.	Mittlere Zugkraft kg	Mittlere Leistung PSe	Mittlere Füllung %	Mittlerer Dampfüberdruck: Kessel at	Mittlerer Dampfüberdruck: Schieberkasten*) at	Mittlerer Dampfüberdruck: Blasrohr at	Mittlerer Unterdruck in mm Wassersäule: Rauchkammer	Mittlerer Unterdruck: Feuerbuchse	Mittlerer Unterdruck: Aschkasten	Mittlere Temperaturen in °C.: Rauchkammer Mitte	Rauchkammer hinten	Überhitzerkammer	Schieberkasten	Verbinder	Wasserverbrauch in kg: im ganzen	für 1 PSe u. Std.	für 1 qm Heizfl. u. Std.	Rauchgas-Analyse: CO_2	O_2	CO	Bemerkungen: Schienenoberfläche
Strecke Honau—Lichtenstein. Steigung 1:10.																										
20. X.	6	57	2,15	8	16,1	4950	296	60	13,3	12,2 / 3,25	0,33	125	41	16	303	327	304	291	147	1025	26,4	65,7	10,4	7,8	2,2	—
20. X.	6	57	2,15	11^{30}	11,4	5030	207	50	13,8	13,1 / 3,3	0,16	48	20	7	279	301	298	282	147	1065	26,6	52,0	„	„	„	—
19. X.	9	76	2,18	12^{45}	10,25	6630	252	56	13,8	13,1 / 3,3	0,20	57	19	10	277	321	284	145	150	1344	25	34,1	—	—	—	—
22. X.	12	96	2,15	12	10,7	8700	346	65	13,8	13,0 / 3,2	0,26	96	35	18	290	317	307	298	147	1125	16,2	48	7,4	11,2	0,6	nafs
19. X.	15	116	2,25	17	7,94	9750	288	67	13,9	13,6 / 3,4	0,18	62	28	16	278	321	291	--	147	1765	21,6	53,1	—	—	—	—
22. X.	15	116	2,15	14^{45}	8,75	10150	328	68	14,1	13,4 / 3,1	0,20	60	24	10	289	327	316	312	148	1490	18,4	51,8	7,4	11,2	0,6	—
22. X.	17	129	2,15	15^{45}	8,2	11100	337	74	14,2	13,9 / 3,4	0,22	78	33	11	312	339	332	317	152	1845	20,8	60	—	—	—	—
19. X.	19	142,6	2,16	19	6,82	12600	319	73	14,5	14 / 4,0	0,21	63	24	9	289	325	296	197	151	2160	21,4	58,4	—	—	—	—
20. X.	19	142,6	2,15	18^{20}	7,1	12650	330	75	14,4	13,8 / 3,7	0,21	60	25	15	297	328	284	269	153	2350	23,5	65,8	10,4	7,8	2,2	—
20. X.	23	170	2,15	30	4,3	14650	222	76	14,4	14,1 / 5	0,20	61	21	4	293	328	333	317	162	2700	23,3	46,2	„	„	„	—
Strecke Friedrichsthal—Freudenstadt Stadtbahnhof. Steigung 1:20.																										
24. X	15	132	4,01	13	18,8	5870	404	55	13,9	11,9 / —	0,26	128	39	7	307	323	314	283	144	1800	20,3	71	8,6	10,4	2,6	nafs
25. X.	29	240	4,07	19^{27}	12,6	10760	500	60	14,1	13,2 / 3,3	0,21	86	28	7	322	345	336	311	148	2225	13,7	58,5	7	11,4	0,8	nafs
25. X	35	300	4,07	24^{45}	9,9	13450	490	69	14,1	13,4 / 3,5	0,17	68	28	3	317	334	334	307	151	2800	13,8	58	7,8	8,6	2	trocken
26. X.	35	309	4,07	22^{50}	10,7	13550	536	70	14,1	13,5 / 3,3	0,18	77	21	3	334	359	341	320	154	2600	12,7	58,3	—	—	—	nafs
24. X.	37	333,5	4,07	25	9,75	14650	528	74	14,0	13,4 / 3,4	0,16	63	25	9	325	344	334	316	157	2770	12,55	56,7	—	—	—	—
25. X.	41	369,5	4,07	35	6,98	16720	415	76	14,1	13,6 / 4,2	0,22	72	31	2	338	339	349	327	161	3780	15,5	55,4	—	—	—	trocken

*) Die kleinere Zahl bedeutet den Dampfdruck im Verbinder.

nur zu 0,5 angenommen (während er im Flachlande wesentlich höher, bei rund 0,7 bei ausgelasteten Lokomotiven liegt), und man wird deshalb versucht sein, den Gesamtwirkungsgrad des Steilrampenbetriebes noch als nennenswert unter 50 % liegend anzunehmen. Dafs ein solcher Pessimismus nicht zutrifft, beweisen die Überlegungen auf Grund der Zugwiderstände ebenso, wie noch schlagender die Messungsergebnisse bei den Versuchsfahrten. Am schnellsten wird der Wert naturgemäfs erhalten, wenn man vermöge der Anwendung von Leistungszählern direkt in der Lage ist, zu den PS_e am Zughaken gleich den Durchschnittswert der PS_i der Kessel- bzw. der Zylinderleistung verfügbar zu haben. Das war bei den Fahrten auf der Geislinger Strecke, allerdings keiner Zahnstrecke, der Fall. Hier wurden vor schweren Zügen bei voll ausgelasteter (bzw. bei einer in abgenutztem Zustand leicht überlasteten) T 20 mit einer Ausnahme von 77 % Werte gefunden, die nur wenig von 82 % abwichen. Selbstverständlich wird dieses η_{total} um so schlechter, einen je gröfseren Anteil am gesamten Zuggewicht die Lokomotive hat. Aber auch hier wurde in einem Falle im sicher festgestellten Beharrungszustand mit der Zahnradlokomotive bei Freudenstadt ein Wert von 0,62 gefunden, der sich allerdings deshalb einen kleinen Abstrich gefallen lassen mufs, weil der PS_i-Wert offenbar zu klein ist. Benutzt man ihn nämlich dazu, in der oben geschilderten Weise den Eigenwiderstand der Lokomotive zu ermitteln, so ergibt sich dieser nach Abzug der Schwerkraftkomponente sogar mit einem ganz geringen negativen Wert, so dafs entweder die PS_i-Leistung zu gering oder aber mindestens die Differenz $(N_i - N_e)$ zu klein und damit das η_{total} etwas zu grofs gemessen sind. Jener bei den Versuchen im Harz festgestellte Punkt des Beharrungszustandes ergab bei einem Z_e-Mittel von 16 000 kg eine dem Diagramm entnommene Zugkraft von 24 400 kg, also $\eta = 0{,}655$. Allerdings handelt es sich hier um Züge, die schwerer waren als die Dauerlast des Betriebes, und um auch für diese den totalen Wirkungsgrad der Hebung zu ermitteln, würde man auf den 200 t-Zug auf 60 ‰ zurückzugreifen haben, den die

Zusammenstellung 3.
»Reduzierte Reibungsziffern«.
Für T 20 und „Mammut"-Lokomotiven unter verschiedenen Belastungen.

Datum 1923	Strecke	Höchstlast ohne Lokomotive t	Zuglast mit Lokomotive t	Mittl. Geschw.	Schwerkraft-Komponente kg	Wert der reduzierten Reibungsziffer *)	Bemerkungen
	a) Fahrten bei gutem Wetter oder vom Regen völlig reingewaschenen Schienen. T 20 Lok. alle Achsen gesandet.						
20. VI.	Stützerbach—Rennsteig 1 : 17	253	370	14,3	21 800	$21800 : 93000 = 0{,}235 = \frac{1}{4{,}26}$ $21800 : 90000 = 0{,}242 = \frac{1}{4{,}14}$	
18. X.	Honau—Lichtenstein 1 : 10	128,5	250	7,5	25 000	$25000 : 91500 = 0{,}274 = \frac{1}{3{,}65}$ $25000 . 93000 = 0{,}269 = \frac{1}{3{,}72}$	Schienen trocken, trotz zweimaligen Stehenbleibens auf Überfahrt wieder in Gang gekommen.
27. X.	Friedrichsthal—Freudenstadt 1 : 20	366	486	11,3	24 300	$24300 : 93000 = 0{,}261 = \frac{1}{3{,}83}$ $24300 : 91000 = 0{,}267 = \frac{1}{3{,}74}$	Schienen nach Reinwaschen durch Regen trocken.
	b) Fahrten bei ungünstigem Wetter; z. T. an der Schleudergrenze.						
21. VI.	Stützerbach—Rennsteig 1 : 17	205	325	24	19 200	$19200 : 93000 = 0{,}206 = \frac{1}{4{,}84}$ $19200 : 90000 = 0{,}218 = \frac{1}{4{,}68}$	
21. VI.	Suhl—Suhler-Friedberg 1 : 15	205	327	—	21 800	$21800 : 93000 = 0{,}235 = \frac{1}{4{,}26}$ $21800 : 92000 = 0{,}237 = \frac{1}{4{,}22}$	
26. X.	Friedrichsthal—Freudenstadt 1 : 20	290	410	14,9	20 500	$20500 : 93000 = 0{,}22 = \frac{1}{4{,}53}$ $20500 : 91500 = 0{,}224 = \frac{1}{4{,}46}$	
9. III.	Blankenburg—Hüttenrode 1 : 16 2/3	223	325	19,8	19 500	19500 : 19500 : } $80000 = 0{,}244 = \frac{1}{4{,}1}$	Lokomotive „Mammut".
22. X.	Honau—Lichtenstein 1 : 10	57	179	17,2	17 900	$17900 : 93000 = 0{,}1925 = \frac{1}{5{,}19}$ $17900 : 92000 = 0{,}195 = \frac{1}{5{,}14}$	Frühmorgens Schienen noch durch Frühnebel feucht. — Glatte Fahrt.
19. X.	Honau—Lichtenstein 1 : 10	96	218	10,36	21 800	$21800 : 93000 = 0{,}2345 = \frac{1}{4{,}26}$ $21800 : 92000 = 0{,}237 = \frac{1}{4{,}22}$	Grenze, mehrmaliges Schleudern.
	c) Normallast des regelmäfsigen Betriebes.						
	Blankenburg—Hüttenrode 1 : 16 2/3	180	280	—	16 800	$\frac{16800}{80000} = 0{,}21 = \frac{1}{4{,}76}$ $\frac{16800}{79000} = 0{,}213 = \frac{1}{4{,}7}$	Lokomotive „Mammut". Belastung ist auch heute noch im Betrieb die gleiche.

*) Die unteren Zahlen geben die reduzierte Reibungsziffer unter Berücksichtigung der mittleren Abnahme der Vorräte an.

T 20 unter Ausnutzung der reduzierten Reibungsziffer von 0,21 mit Sicherheit zu Berg zu befördern vermag. Der Wirkungsgrad ist hierbei $\eta_{total} = 0,61$. Für den Wirkungsgrad auf der Steigung 1 : 10 ergibt sich, wenn man erwägt, dafs je steiler die Bahn, desto ausschlaggebender die Schwerkraftkomponente ist — selbst gegenüber einem durch Sandung erhöhten Zugwiderstand —, bei dem 129 t-Zug nur ein Wirkungsgrad von knapp 50 %, und wenn man weiter beachtet, dass aus dem erörterten Grunde dieser Zug nicht mehr unter allen Umständen befördert werden kann, erzielt man Wirkungsgrade, die sehr nennenswert unter 0,5 bleiben und sich bei dem 57 t-Zuge sogar auf den Wert von 0,3 absenken würden.

Nachdem, wie oben dargelegt, das Höchstmafs der Steigung für den Reibungsbetrieb mit 70 ‰ wird angenommen werden müssen, ergibt sich unter Zugrundelegung der T 20 dabei ein Wirkungsgrad der Hebung von 0,56, und man wird deshalb die Bedingung wirtschaftlichen Betriebes auf Steilrampen auch so aussprechen können, dafs die Auslastung der Lokomotive mindestens so weit getrieben sein mufs, dafs der Gesamtwirkungsgrad der Hebung sicher nicht unter 0,5 absinken darf. Leichtere Züge zu fahren, würde unwirtschaftlich sein. Man würde deshalb lieber bei schwachem Aufkommen von Beförderungsgütern diese auf wenige schwere Züge verteilen und diesen oder jenen Zug ausfallen lassen. Endlich würden diese Zahlen für den gesamten Wirkungsgrad ohne weiteres den Rückschlufs vom effektiven Dampfverbrauch auf den indizierten Dampfverbrauch gestatten. Man braucht nämlich nur den Dampfverbrauch für die Leistung an Zughaken mit diesem Wirkungsgrad zu multiplizieren, um zu den indizierten Zahlen zu gelangen. Führt man dies durch, so vermindert sich der scheinbar bereits sehr hohe Verbrauch von 20 kg im Mittel für die Steigung von 60 ‰, wie er bei den zahlreichen Ergebnissen der Harzfahrten für die T 20 angenommen werden kann, auf etwa 12 kg/PS_i-St., und dieser Wert wird wenigstens verhältnismäfsig, in Anbetracht der hohen Füllungen von $\varepsilon = 55 - 60$ %, noch als sehr annehmbar bezeichnet werden können, zumal er noch den Dampfverbrauch der Luftpumpe enthält, der bei dem häufigen Sanden und dem ungünstigen spezifischen Verbrauch der Volldruckwirkung immerhin schon fühlbar ist. Selbst der Wert auf der Steigung 1 : 10 mit voll ausgelegter Lokomotivsteuerung, d. h. $\varepsilon = 80$ %, bleibt mit $26 \times 0,5 = 13$ kg für eine nahezu mit Volldruck arbeitende Maschine vielleicht sogar überraschend günstig. Selbstverständlich würden kleinere Füllungen den Dampfverbrauch sehr herabzuziehen gestatten, aber bei Zwillingslokomotiven ist man mit dem Zylinderdurchmesser von 700 mm, den sowohl die T 20 als auch die Lokomotiven der Mammutklasse aufweisen, sowohl an der Grenze des mit dem Fahrzeugprofil, wie auch mit den Flächendrücken der Treibzapfen zu Vereinbarenden angelangt, und es würde aus diesem Gesichtspunkte heraus erwägenswert erscheinen, Lokomotiven für Steilrampenbetrieb als Drillingslokomotiven zu bauen, um ein gröfseres Zylindervolumen unterbringen zu können.

Zusammenfassung.

Das Gesamtergebnis der Versuche mit Reibungsbetrieb auf Steilrampen, die sämtlich durch das in Grunewald beheimatete Lokomotiv-Versuchsamt ausgeführt wurden, wird man folgendermafsen zusammenfassen können: Die Zuglasten sind so zu bemessen, dafs die reduzierte Reibungsziffer mit nicht mehr als 0,21, aber auch tunlichst nicht mit sehr viel weniger in Anspruch genommen wird. Diese Reibungsziffer ist mit einem guten, das gesamte Reibungsgewicht für Vor- und Rückwärtsfahrt sandenden Sandstreuer bei jedem Wetter erzielbar. Das Vorhandensein und die Pflege eines derartigen Sandstreuers bei schweren Reibungslokomotiven ist eine unerläfsliche Voraussetzung der Wirtschaftlichkeit so gut wie der Betriebssicherheit. Die Wirtschaftlichkeit des Reibungsbetriebes im Gegensatz zum Zahnradbetrieb ist schon allein hinsichtlich der Betriebsstoffe, noch ohne Ansehung des herabgeminderten Kapitaldienstes, durch den Fortfall der Zahnstange bei einer Steigung 70 ‰ noch mit Sicherheit vorhanden. Sie kann unter Umständen noch etwas höher liegen. Hier wird man aber bei noch stärkeren Steigungen den Sicherheitscharakter der Zahnstange für die Talfahrten schon begrüfsen. Die Reibungslokomotive für den Steilrampenbetrieb mufs, um den Bremsklotzverschleifs möglichst niedrig zu halten, mit Gegendruckbremse versehen sein. Daneben ist selbstverständlich das Vorhandensein einer guten durchgehenden Bremse unbedingt erforderlich. Endlich würde man zweckmäfsig die Lokomotive, wie es beim Zahnradbetrieb bisher auch der Fall war, stets am Talende des Zuges fahren, sie für die Bergfahrt also schiebend wirken lassen. Diesen Forderungen hat der Lokomotiv-Ausschufs zugestimmt und eine entsprechende Abänderung der Betriebsordnung, die bisher ohne besondere Bedingungen den Reibungsbetrieb bereits bei 40 ‰ abschlofs, vorgeschlagen*).

*) Eine Ergänzung dieses Aufsatzes durch Ausführungen über die Bremsversuche auf den Steilrampen Rothenkirchen—Steinbach a.W. — Probstzella unter Zuhilfenahme der Lokomotiven ist uns vom Verfasser in Aussicht gestellt.

Die getrennte Bedienung der Streckenblockfelder einer Fahrrichtung.

Von Oberbaurat Professor **H. Möllering**, Dresden.

Mit Abb. 1 bis 19 auf Tafel 8.

Wo die Streckenblockung mit Wechselstrom nach dem System Siemens und Halske in der vierfeldrigen Form eingeführt ist, wo also das Blockfeld (Belegfeld, Anfangfeld), von dem das eigene Signal festgelegt wird, mit dem Freigabefeld (Endfeld) zusammenarbeitet, das auf der nächsten Blockstelle angeordnet ist, kann man entweder die Anfang- und Endfelder einer Blockstelle durch Gemeinschafttaste fest miteinander kuppeln, so dafs beide Felder zusammen geblockt werden müssen oder die Anfang- und Endfelder einzeln, jedes für sich, bedienbar einrichten. Bei dieser Anordnung mufs irgendwie dafür gesorgt werden, dafs das Streckenfreigabefeld nur geblockt werden kann, wenn zuvor das Streckenbelegfeld geblockt worden ist. Die erste Anordnung setzt für die Betriebsführung voraus, dafs für gewöhnlich die Blocksignale entblockt, die Blockstrecken also frei gemeldet sind. Diese Betriebsweise ist in Deutschland und Österreich gebräuchlich. Die zweite Anordnung gestattet die gleiche Betriebsweise oder auch die im Ausland vielfach übliche, dafs die Blocksignale für gewöhnlich unter Verschlufs der vorliegenden Signalstelle gehalten werden. Die getrennte Bedienung der Anfang- und Endfelder findet man in Deutschland nur in Sachsen und aufserhalb Deutschlands m. W. nur in Belgien. In Belgien müssen die Endfelder getrennt von den Anfangfeldern bedient werden, weil dort das rückliegende Signal für gewöhnlich verschlossen gehalten wird und erst unmittelbar vor dem nachfolgenden Zuge entblockt werden darf. In Sachsen liegt dagegen ein Zwang, die Blockfelder durch Einzeltasten getrennt zu bedienen, an sich nicht vor, da hier, wie auf allen anderen deutschen Bahnen, für gewöhnlich die Strecke gleich wieder freigegeben wird, sowie sie vom Zuge geräumt ist.

Die meist gebräuchliche Ausrüstung einer Blockstelle mit Gemeinschafttaste zeigt Abb. 1 auf Taf. 8. Das Anfangfeld, das für gewöhnlich entblockt ist und weifses Blockfenster zeigt, ist mit einer spät auslösenden Tastensperre mit Signalverschlufs, mit einem Verschlufswechsel und mit einer Hilfklinke ohne



Rast ausgerüstet. Über dem daneben liegenden Endfelde, das Hilfklinke ohne Rast hat und das für gewöhnlich geblockt ist und ebenfalls weifses Blockfenster zeigt, liegt eine elektrische Tastensperre.

Ist ein Zug aus einem Bahnhofe in einen Streckenabschnitt eingefahren, so wird das Endfeld der vorliegenden Blockstelle bei der Blockung des Signals hinter dem Zuge entblockt. (Die Blockfenster verwandeln sich von weifs in rot.) Ist der Zug an diesem Blockposten vorbeigefahren und hat er die elektrische Tastensperre über dem Endfelde durch Befahren des Schienenkontaktes ausgelöst, so kann nach Rückstellung des Signals das Anfangfeld mit dem zugehörigen Endfelde zugleich geblockt werden. Dabei wird auf der rückliegenden Signalstelle das Anfangfeld und auf der vorliegenden Signalstelle das Endfeld entblockt. Das Endfeld unserer Blockstelle ist dadurch wieder in den Ruhestand übergeführt. Das Anfangfeld wird in den Ruhezustand zurückgeführt, wenn der Zug den vorliegenden Streckenabschnitt verlassen hat und das Signal bei der nächsten Signalstelle geblockt wird.

Eine belgische Blockstelle zeigt Abb 2 auf Taf. 8. Die Anfang- und Endfelder haben getrennte Tasten. Es sind in der Grundstellung die Anfangfelder geblockt, die Endfelder entblockt und die Blockfenster rot. Mit dem Anfangfelde ist eine früh auslösende mechanische Tastensperre mit Signalverschlufs, eine Wiederholungssperre, ein Verschlufswechsel und eine Hilfklinke ohne Rast verbunden. Das Endfeld ist mit einer Hilfklinke ohne Rast und mit einer elektrischen Tastensperre ausgerüstet, hat aber keine unmittelbare Abhängigkeit von dem Anfangfelde. Das Endfeld hat aber eine verlängerte Druckstange, damit es nur in der Haltlage des Signals geblockt werden kann. Da das Signal nur gezogen werden kann, wenn zuvor das Anfangfeld geblockt und wieder entblockt worden ist, so liegt in der verlängerten Druckstange unmittelbar die nötige Abhängigkeit des Endfeldes vom Anfangfelde.

Die Blockstellen in Sachsen sind nicht viel anders eingerichtet wie die auf den übrigen deutschen Bahnen. Die Einrichtung einer sächsischen Zwischenblockstelle ist in Abb. 3 auf Taf. 8 dargestellt. Es sind in der Grundstellung die Anfangfelder entblockt, die Endfelder geblockt und die Blockfenster weifs.

Das Anfangfeld ist mit einer spät auslösenden mechanischen Tastensperre mit Signalverschlufs, mit einem Verschlufswechsel und mit einer Hilfklinke ohne Rast ausgerüstet; über dem Endfelde, das eine Hilfklinke ohne Rast hat, liegt eine elektrische Tastensperre und zwischen dem Anfangfelde und dem Endfelde befindet sich eine »Rücksperre«, die den Zweck hat, die Blockung des Endfeldes nur zu ermöglichen, wenn zuvor das Anfangfeld geblockt worden ist.

Die Rücksperre ist in der Abb. 3 durch das Zeichen ——X zwischen den Feldern 1 und 2 bzw. 3 und 4 dargestellt. Das Kreuz zeigt an, dafs das Feld 1 bzw. 4 abhängig ist.

Die Rücksperre ersetzt gewissermafsen die Gemeinschafttaste; sie ist zwar mechanisch nicht so einfach wie diese, aber dafür überträgt sie auch nur beim Blocken des Anfangfeldes eine Wirkung auf das Endfeld, nicht aber beim Blocken des Endfeldes eine solche auf das Anfangfeld; darin ist sie der Gemeinschafttaste unbedingt überlegen.

Die Rücksperre kann mechanisch oder elektrisch ausgebildet werden. Die mechanische ist nur verwendbar zwischen den Blockfeldern desselben Gehäuses, die Blockfelder brauchen aber nicht unmittelbar nebeneinander zu liegen. Die elektrische Rücksperre ist dagegen überall verwendbar. Da für ihre Auslösung der Induktorstrom beim Blocken des Anfangfeldes benutzt werden kann, oder, wo das nicht angängig ist, eine Batterie für sie überall vorhanden und ihr Stromverbrauch sehr gering ist, stellt sie sich auch billig in der Herstellung und im Betrieb. Wo es angeht, wird die mechanische bevorzugt, denn diese ist billiger, einfacher und unbedingt störungsfrei. Bei den Zwischenblockstellen ist nur die mechanische Rücksperre in Gebrauch; bei den Blockstellen mit Abzweigung wird auch die elektrische benutzt und zwar in der Form der bekannten eingebauten oder aufgebauten elektrischen Tastensperre. Auch diese ist Störungen kaum ausgesetzt.

Die Bauart der mechanischen Rücksperre in den sächsischen Zwischenblockwerken ist aus der Abb. 4 zu erkennen. In Ruhestellung, die der Abbildung entspricht, also bei geblocktem Endfelde liegt die Sperrklinke a an der Knagge b, die an der Verschlufsstange des Endfeldes befestigt ist; die untere Kerbe der Sperrklinke a hält die Schwinge d lose fest. Nach der Entblockung des Endfeldes wird durch eine Feder die Sperrklinke a unter die höher liegende Knagge b gedrückt und verhindert so die Blockung des Endfeldes. Bei der Blockung des Anfangfeldes wird durch eine an dessen Riegelstange sitzende Knagge c die Schwinge d umgestellt und durch diese die Sperrklinke a so weit beiseite geschoben, dafs die Knagge b wieder freigegeben wird. Die Schwinge d wird in der umgelegten Lage durch die obere Kerbe der Sperrklinke a festgehalten. Bei der Blockung des Endfeldes wird die Schwinge d durch den Stift e wieder in die Ruhestellung gebracht, so dafs die Sperrklinke a sich wieder, stützbereit, an die Knagge b legt.

Wenn aus irgend einem Grunde nur durch einfaches Drücken der Taste des Anfangfeldes die Rücksperre ausgelöst ist, bleibt eine vorzeitige Blockung des Endfeldes noch dadurch verhindert, dafs der Stromweg für die Blockung des Endfeldes über einen oberen Druckstangenkontakt des Anfangfeldes geführt ist. Da das Anfangfeld mit Verschlufswechsel und mit Hilfklinke ohne Rast versehen ist, wird beim einfachen Drücken der Taste des Anfangfeldes die Verbindung zwischen dem oberen Druckstangenkontakt und dem Stromschlufshebel aufgehoben. Es mufs demnach das Anfangfeld auch regelrecht geblockt werden, seine Drucktaste also wieder in Hochstellung gelangt sein, bevor das Endfeld überhaupt geblockt werden kann. Die mechanische Rücksperre überträgt somit die Wirkung der Tastensperre und des Verschlufswechsels am Anfangfelde auf das Endfeld genau so gut wie eine Gemeinschafttaste.

Das gleiche gilt von der elektrischen Rücksperre, die man so schaltet, dafs sie nur anspricht, wenn alle Vorbedingungen für ihre Auslösung richtig erfüllt sind.

Als Nachteil wird den Einzeltasten gegenüber den Gemeinschafttasten wohl vorgeworfen, dafs die getrennte Bedienung der Felder umständlicher sei, dadurch die Entblockung der rückliegenden Stellen etwas verzögert, die Strecke also weniger leistungsfähig werde. Diese Vorwürfe sind jedoch nicht stichhaltig. Die gröfsere Umständlichkeit ist vollständig belanglos, da selbst bei dichtem Betriebe der Wärter Zeit genug hat, alle Handlungen bis zu dem Zeitpunkte auszuführen, wo sie an sich zulässig sind. Eine Verzögerung in der Entblockung der rückliegenden Strecke ist durch die getrennte Tastenbedienung auch nicht bedingt; sie tritt jedenfalls in Sachsen nicht ein, denn hier kann und soll der Wärter, nachdem der Zug das Signal überfahren hat, dieses sofort zurücklegen und mit dem Anfangfelde blocken. Die rückliegende Strecke darf der Wärter nun aber erst entblocken, nachdem der Zug mit dem Schlufssignal eine gewisse Strecke (Räumungsstrecke) über das Signal hinaus gefahren ist. Bis zu dieser Zeit, wo also das Endfeld bedient werden darf, hat der Wärter alle vorhergehenden Handlungen längst ausführen können.

Die Zurücklegung des Signales gleich hinter dem Zuge ist bei der sächsischen Blockschaltung durch nichts behindert, insbesondere nicht dadurch, dafs das Signal so lange stehen bleiben mufs, bis der Zug durch Befahren des Schienenkontaktes die elektrische Tastensperre ausgelöst hat, denn der sächsische

Block hat noch die Eigentümlichkeit, dafs der Stromkreis für die elektrische Tastensperre, der, wie auch sonst allgemein gebräuchlich, beim Ziehen des Signals geschlossen wird, nicht schon beim Zurückstellen des Signals, sondern erst beim Blocken des Endfeldes unterbrochen wird. Wie der Stromkreis der elektrischen Tastensperre durch das Signal eingeschaltet und bei den Zwischenblockstellen durch das Endfeld wieder ausgeschaltet wird, ist aus den Abb. 5 und 6 auf Taf. 8 zu erkennen.

Bei der Blockung des Endfeldes wird die an dessen Kontaktbrett unten angebrachte Kontaktschiene a durch die verlängerte Druckstange des Endfeldes nach unten gedrückt und dort durch eine Sperrklinke c, die über den Haken b greift, festgehalten, wie die Abb. 5 zeigt. Der Stromkreis der elektrischen Tastensperre ist dann unterbrochen. Die Sperrklinke c wird beim Ziehen des Signals für den nachfolgenden Zug durch eine von dem Signalhebel gesteuerte Schwinge d zur Seite gedrückt, wie dies Abb. 6 zeigt, so dafs dann die durch die Sperrklinke gefangen gewesene Kontaktschiene a unter der Einwirkung einer Feder nach oben schnellt und in der oberen Lage den Tastensperrenstromkreis wieder an die Batterie legt. Beim Zurücklegen des Signals geht die von dem Signalhebel gesteuerte Schwinge und damit auch die Sperrklinke für die Kontaktschiene aus der Lage der Abb. 6 in die Lage der Abb. 5 über, die Sperrklinke c jedoch nicht ganz, weil sie durch den Haken b der Kontaktschiene a abgestützt wird. Der Stromkreis bleibt also geschlossen, bis das Endfeld wieder geblockt wird.

Auch beim bayerischen Streckenblock findet man diese Eigentümlichkeit. Dort wird in gleicher Folge die Ein- und Ausschaltung des Stromkreises der elektrischen Tastensperre durch Kontakte an der mechanischen Tastensperre herbeigeführt.

Die sächsische und die bayerische Anordnung bieten den beachtlichen Vorteil, dafs durch vorzeitiges Zurücklegen des Signals nach kurzen Zügen (z. B. einzeln fahrenden Lokomotiven) die Auslösung der elektrischen Tastensperre nicht behindert wird und Störungen an dieser dadurch nicht herbeigeführt werden können.

Die betrieblichen Vorteile, die die getrennte Bedienung der Anfang- und Endfelder zufolge des Ersatzes der Gemeinschafttaste durch die Rücksperre mit sich bringt, sind jenen angeblichen Nachteilen gegenüber jedenfalls sehr beträchtlich. Sie gipfeln darin, dafs bei Einzeltastenbedienung Blockstörungen sich nicht so ausbreiten können, Blockschutzstrecken sich leichter und billiger einrichten lassen als bei Gemeinschaftstasten und die Schaltung einfacher und sicherer ist.

In betreff der Blockstörungen ist zunächst darauf hinzuweisen, dafs bei getrennter Bedienung der Blockfelder der Blockstrom immer nur nach einer benachbarten Zugfolgestelle geleitet wird, der Induktor also jeweils nur zwei Felder zu betätigen hat. Der Induktor kann aus diesem Grunde auch schwächer gehalten werden. (Bei Einzeltasten-Bedienung genügt ein sechslamelliger Blockinduktor, wogegen Blockstellen mit Kuppeltasten neunlamellige Induktoren brauchen.) Da bei getrennter Bedienung der Blockfelder der Widerstand des Stromweges nur halb so grofs ist wie bei Verwendung einer Kuppeltaste, wo der Blockstrom von einer Zwischenstelle über vier Felder und zwei Streckenlängen geführt wird, so ist ein sichereres Arbeiten der Blockfelder gewährleistet. Die Zahl der Blockstörungen wird dadurch bei gleicher Güte der Anlage an sich vermindert.

Die Blockstörungen nehmen bei der Bedienung mit Einzeltasten zudem nicht die Ausdehnung an, wie bei Gemeinschafttasten. Blockstörungen an den Endfeldern pflanzen sich bei Einzeltasten nur nach rückwärts, nicht aber nach vorwärts fort, da die Blockung der nebenliegenden Anfangfelder durch den jeweiligen Zustand der Endfelder gar nicht beeinflufst wird.

Versagt das Anfangfeld einer Blockstelle, so kann natürlich auch das nebenliegende Endfeld nicht bedient werden. Die Blockstörung läuft aus diesem Grunde wiederum dem Zuge entgegen, mit dem Zuge läuft sie aber nur bis zur folgenden Blockstelle, da hier das Anfangfeld nicht in die Störung einbezogen wird.

Bei Gemeinschafttasten überträgt sich dagegen jede Störung eines Feldes auf die beteiligten drei anderen Felder und die Blockstörungen laufen dem Zug entgegen und mit ihm weiter. Das wird natürlich um so unangenehmer empfunden, je dichter der Verkehr ist. Bei Gemeinschafttasten hat man sich daher stellenweise auch schon dazu entschliefsen müssen, aufsergewöhnliche Einrichtungen zu treffen, um die Ausbreitung der Blockstörungen nach beiden Seiten zu verhindern. So hat man z. B. für Strecken mit gedrängter Zugfolge auf bestimmten Blockstellen, wo wie in Abb. 7 auf Taf. 8 für jede Richtung zwei Blocksignale aufgestellt sind, die aus Abb. 8 auf Taf. 8 ersichtliche Anordnung für jede Fahrrichtung getroffen.

Für die Festlegung des Signals S ist das Blockfeld (Gleisbesetztfeld) Gs eingebaut, das für sich geblockt werden kann, mit dem Endfeld Es aber noch durch eine Kuppeltaste so verbunden ist, dafs es mit diesem zugleich geblockt werden mufs, wenn nach rückwärts die Strecke freigegeben werden soll.

Das Gleisbesetztfeld Gs steht elektrisch nicht in Verbindung mit einem in der Zugrichtung liegenden Endfelde, das anderenfalls mit dem Anfangfelde des Signals T gekuppelt würde. Das Anfangfeld des Signals T wird daher mit Einzeltaste bedient; es ist von dem Feld Gs aber mechanisch durch einen Blockschieber so abhängig, dafs es nur geblockt werden kann, wenn das Gleisbesetztfeld Gs zuvor geblockt worden ist oder, im Störungsfalle, geblockt bleibt. Ist die rückwärtige Blockverbindung gestört, so kann das Gleisbesetztfeld Gs, wie schon gesagt, für sich geblockt werden und es mufs geblockt werden, damit, zufolge der Schieberabhängigkeit, das Anfangfeld A_T geblockt werden kann.

Wird das Gleisbesetztfeld Gs in der geblockten Lage gestört, so überträgt sich die Störung zwar nach rückwärts, weil dann das Endfeld Es nicht bedient werden kann, aber das Anfangfeld A_T kann unbehindert weiter bedient werden. Solange also eine Rückblockung für das Signal T auf der Blockstelle eintrifft, kann dieses Signal wieder gezogen und nach dem Zuge durch das Anfangfeld A_T auch wieder geblockt werden. Eine Blockstörung im rückliegenden Streckenabschnitt oder an dem Gleisbesetztfeld läuft folglich nicht in der Zugrichtung über das Signal S hinaus, sondern endet an dieser Blockstelle.

Ein anderer Fall (vergl. »Stellwerk« 1919, S. 33) liegt bei der Berliner Stadtbahn, sowie den Berliner Ring- und Vorortbahnen vor. Um die Auswirkung von Blockstörungen der Streckenblockanlagen zu verringern, läfst man hier auf bestimmten Bahnhöfen und Haltepunkten mit einer Signalanordnung nach Abb. 9 auf Taf. 8 einen Eingriff in die Kuppelung der Anfang- und Endfelder zu, der aber nur durch den Aufsichtbeamten vorgenommen werden kann, da nur dieser die nötigen Werkzeuge dafür besitzt. Für jedes Signal ist hier ein Anfang- und Endfeld eingebaut, beide wie üblich durch Gemeinschafttaste gekuppelt. Versagt ein Anfangfeld in der geblockten Lage, wobei ja das Signal unbedienbar und der Stromkreis der elektrischen Tastensperre geöffnet bleibt, so kann der Aufsichtbeamte mittels eines Schlüsselkontaktes die elektrische Tastensperre über dem Endfelde neben dem gestörten Anfangfelde auslösen, aufserdem eine Hilfblocktaste an dem mit verlängerter Druckstange versehenen Endfelde befestigen und so dieses allein bedienbar machen. Der Wärter kann dann für jeden weiteren nachfolgenden Zug das Endfeld blocken, nachdem zuvor der Aufsichtbeamte jedesmal die elektrische Tastensperre ausgelöst hat. Die Blockstörung läuft dann nur in der Zugrichtung weiter.

Um zu verhüten, dafs sich beim Versagen eines Endfeldes die Blockstörung in der Zugrichtung bis zur Blockendstelle fortpflanzt, ist der Aufsichtbeamte in der Lage, eine Hilfblock-

taste von gleicher Art, wie oben beim Endfelde angegeben, auf die Taste des nebenan liegenden Anfangfeldes zu setzen und den Wärter zu ermächtigen, das Anfangfeld während der Dauer der Störung mittels dieser Hilfblocktaste allein zu bedienen. Die Blocksicherung bleibt dann in der Zugrichtung unbeeinflufst; die Blockstörung pflanzt sich dann also nur entgegen der Zugrichtung bis zur Blockanfangstelle fort. Der gröfseren Sicherheit halber haben hier die Endfelder noch verlängerte Druckstangen mit Signaleingriff, die Signale T und Q elektrische Flügelkupplungen und Signalsperren mit Unterwegsperre erhalten.

Auf diese zusätzlichen Sicherungsmittel hat man in Sachsen verzichtet, weil man das Zutrauen hat, dafs auch ohne diese Hilfeinrichtungen, die ja nur sehr selten nutzbar sind, auszukommen ist. Damit soll natürlich nicht gesagt werden, dafs sie auch auf den Berliner Bahnen wohl entbehrt werden könnten. Zu erwähnen ist hierzu noch, dafs auch in Belgien elektrische Flügelkuppelungen bei den Blocksignalen nicht verwendet werden.

Ferner hat man vereinzelt auf Bahnhöfen, wo die Streckenblockung für das durchgehende Hauptgleis durchgeführt ist, bei Verwendung von Gemeinschafttasten die Ausdehnung einer Blockstörung dadurch eingegrenzt, dafs man dort die Streckenblockung durch einen Zwischenblock bei einem Aufsichtbeamten unterbrochen hat. Abb. 10 zeigt für eine Fahrrichtung eine solche Ausführung auf einem Bahnhofe einer dicht belegten Strecke mit mehreren Blockstellen auf beiden Seiten. (Vergl. »Stellwerk« 1923, S. 39.) Die Signale R und T werden hier von einem Stellwerk c, die Signale Q und S von einem anderen Stellwerk b bedient. Für das Signal R und S werden die gewöhnlichen Blockfelder (Anfang- und Endfeld) eingebaut, die Signale R und S werden überdies aber noch unter Verschlufs des Aufsichtbeamten gelegt.

Das Zustimmungsabgabefeld des Aufsichtbeamten für das Signal R wird mit einer elektrischen Tastensperre versehen, dessen Auslösung für gewöhnlich bei der Blockung des Signales Q, in Störungsfällen aber durch einen Schlüsselkontakt, der neben dem Zustimmungsabgabefeld angeordnet ist, herbeigeführt. Im Signalstellwerk b erhält das Anfangfeld für das Signal Q Signalsperre und Wiederholungssperre, spät auslösende mechanische Tastensperre, Verschlufswechsel und Hilfklinke ohne Rast; das Signal Q elektrische Flügelkuppelung. Die Blockstelle einer regelrecht verlaufenden Fahrt sind in zeitlicher Folge von oben nach unten in Abb. 10 angegeben. Das jeweils bediente Feld ist mit Taste gezeichnet.

Geht eine Vorblockung bei c von rechts nicht ein, so springen die gekuppelten Felder A_R und E_R aus. Das Signal R kann nach wie vor gezogen werden, wenn, wie vorher, der Aufsichtsbeamte sein Zustimmungsabgabefeld Z_a blockt und damit das Signal durch das Zustimmungsempfangfeld Z_r entblockt; bei der Blockung des Zustimmungsempfangfeldes Z_r arbeitet das wie ein Signalverschlufsfeld geschaltete $A_R$feld nicht mit, sondern nur das Zustimmungsabgabefeld Z_a.

Geht eine Rückblockung bei b von links nicht ein, so hat der Aufsichtsbeamte vor jeder Fahrt die elektrische Tastensperre über dem Zustimmungsabgabefeld Z_a, die ja nun auf dem gewöhnlichen Wege nicht zur Auslösung gebracht werden kann, mit seinem Schlüssel auszulösen.

Bei allen diesen angeführten Aushilfanordnungen für Anlagen mit Kuppeltasten hat man besondere Zusatzeinrichtungen schaffen müssen, um hinsichtlich der Abminderung der Folgen von Blockstörungen im Grunde dasselbe zu erreichen, was man bei getrennter Bedienung der Blockfelder ohne weiteres in Sachsen durch die Rücksperre bei allen Blockstellen erreicht hat.

Als weiterer Vorteil der Trennung der Bedienung der Anfang- und Endfelder war angegeben, dafs durch sie die Einrichtung von Blockschutzstellen begünstigt würde.

Der Umstand, dafs bei getrennter Bedienung das Signal für die vorliegende Strecke geblockt werden kann, ohne dafs gleichzeitig oder gleich darauf der rückliegenden Blockstelle das Signal freigegeben werden mufs, gestattet dem Wärter, das rückliegende Signal beliebig lang geblockt zu halten, ohne die Bedienung seines Anfangfeldes und die der Blockfelder der folgenden Stelle zu verzögern. Das kann an jeder Blockstelle jederzeit ausgenutzt werden, wenn es aus irgend einem Grunde, z. B. wenn der Zug in der nächsten Blockstrecke kurz hinter der Blockstelle liegen bleibt, dem Wärter nicht statthaft erscheint, das rückliegende Signal zu entblocken. Der Wärter blockt dann nur das Anfangfeld, die Blockung des Endfeldes unterläfst er aber, bis der Hinderungsgrund behoben ist.

Der Blockwärter kann sogar durch Dienstbefehl angewiesen oder durch Zusatzeinrichtungen von verhältnismäfsig einfacher Art gezwungen werden, das Signal der rückliegenden Blockstelle für gewöhnlich geblockt zu halten und erst zu entblocken, wenn er einen Zug in die Blockstrecke einfahren lassen darf.

Ein Grund hierfür wird auf den Zwischenblockstellen allerdings kaum eintreten, wohl aber ist ein solcher u. U. vorhanden bei den Abschlufsstellwerken und bei Blockstellen mit Abzweigung, wo eine Blockstrecke als Schutzstrecke dienen soll. Diese Fälle sind gar nicht so selten, besonders auf Strecken mit starkem Gefälle. Vor Bahnhöfen kann eine Blockschutzstrecke nützlich sein, wenn Ausfahrten das Einfahrgleis ohne Schutzweichen kreuzen und die Einfahrsignale aus irgend welchen Gründen nicht genügend weit hinausgerückt werden können. Bei Blockstellen mit Abzweigung ist die Gefahr einer Flankenfahrt meist noch gröfser, weil hier die Züge durchweg mit voller Geschwindigkeit fahren.

Grundsätzlich lassen sich beide Fälle gleichartig behandeln, weshalb hier die möglichen Einrichtungen nur für eine Blockstelle mit Abzweig besprochen werden sollen und zwar für eine Anlage nach Abb. 11, wobei die Strecke von x im Gefälle, etwa 1 : 100, liegen möge und die Blockstrecke B A als Schutzstrecke für die gefährdeten Fahrten von y nach z und von z nach y dienen soll.

Man hat hier bei Einzeltasten mehrere Möglichkeiten für die Ausschliefsung dieser Fahrten.

In betrieblicher Hinsicht mufs man dabei unterscheiden, ob man den in die Schutzstrecke einmal zugelassenen Zug nun auch durchfahren lassen will, oder ob man unter Umständen dem aus der Stammstrecke x zugelassenen Zuge noch einen Zug aus der oder in die Zweigstrecke z vorausfahren lassen will, was dann aber nur geschehen darf, nachdem der Zug von x vor dem Signal Q zum Halten gekommen ist. Die letztgenannte Betriebsweise wird man ja möglichst zu vermeiden suchen, es können die örtlichen und betrieblichen Verhältnisse aber doch so eigenartig liegen, dafs sie nicht ausgeschlossen werden darf. In Sachsen ist diese Forderung jedenfalls für Strecken mit sehr dichter Zugfolge schon gestellt worden.

Ist die Zugfolge weniger dicht, so wird man ohne Zweifel vorziehen, die Anordnung so zu treffen, dafs ein in die Blockschutzstrecke zugelassener Zug diese auch verlassen haben mufs, bevor eine der feindlichen Fahrten n_2 oder p zugelassen werden kann. Das ist unschwer auf zwei Wegen zu erreichen, einmal dadurch, dafs man mit dem Endfelde Ex ein Hilffeld kuppelt und durch dessen geblockte Riegelstange die Fahrstrafsenhebel n_2 und p in der Grundstellung festlegt. In dieser Grundstellung bleiben sie, wenn das Signal T für einen Zug von x entblockt worden ist, so lange verschlossen, bis dieser bei A durchgefahren ist. Das Hilffeld wird so geschaltet, dafs es erst bei der Auflösung der Fahrstrafse Q wieder entblockt wird. Diese Einrichtung der Blockstelle an der Abzweigung ist in Abb. 12 in Verbindung mit einem sächsischen Blockplan dargestellt.

Hierzu ist zunächst erläuternd zu bemerken, dafs die Sicherung der Fahrstrafsen bei den sächsischen Blockstellen mit Abzweigung ähnlich durchgeführt ist wie bei den Bahnhofstellereien. In Sachsen hat man auch an den Abzweigstellen für jede Fahrrichtung ein Fahrstrafsenfestlegefeld ($n^1/_2$ und p/q) und ein Signalfestlegefeld $Sn^1/_2$ und Sp/q. Nach Einstellung der Fahrstrafse wird der im Ruhezustand freibewegliche Fahrstrafsenhebel in der umgelegten Lage durch Blockung des Fahrstrafsenfestlegefeldes geblockt und dadurch das Signalfestlegefeld entblockt. Zwischen dem Signalfestlegefeld und dem Anfangfelde ist eine mechanische Rücksperre eingebaut und über dem Signalfestlegefeld ist eine elektrische Tastensperre angeordnet, so dafs nach einer Zugfahrt die Fahrstrafse nicht eher aufgelöst werden kann, bis nicht zuvor das Anfangfeld geblockt, die elektrische Tastensperre über dem Signalfelde ausgelöst und dieses auch geblockt worden ist. Durch Blockung des Signalfestlegefeldes wird dann das Fahrstrafsenfestlegefeld entblockt, bei der Fahrt von x zugleich auch das Hilffeld. Das Endfeld ist durch eine Rücksperre (E_y durch eine mechanische, E_z und E_x durch je eine elektrische) von dem Signalfestlegefeld abhängig, so dafs das Endfeld erst nach der Fahrstrafsenauflösung geblockt werden kann. Elektrische Tastensperren über den Endfeldern sind, der übrigen Abhängigkeiten wegen, entbehrlich und daher auch nicht eingebaut. Die Anfangfelder, die Signalfestlegefelder und die Endfelder erhalten Hilfklinken ohne Rast, die Anfangfelder und die Signalfestlegefelder Verschlufswechsel und die Anfangfelder mechanische Tastensperren.

Die Reihenfolge der Blocktätigkeiten ist in der Abb. 12 an erster Stelle für eine Fahrt von z, an zweiter Stelle für eine Fahrt von x dargestellt. Die Tätigkeiten folgen sich in der Reihe der wagrechten Linien von oben nach unten. Das jeweils betätigte Feld ist mit Taste gezeichnet. Zu bemerken ist hier noch, dafs das Hilffeld natürlich nicht bei der Auflösung der Fahrstrafse für eine Fahrt von z entspricht. Wäre auch in der Richtung von z eine Blockschutzstrecke nötig, so wäre auch hier ein Hilffeld anzuordnen und mit dem Endfelde dieser Seite zu kuppeln.

Die vorhin beschriebene Anordnung, die sich für Blockendstellen besonders gut eignet, kann man für Blockstellen mit Abzweigung noch dadurch vereinfachen, dafs man das Hilffeld fortläfst. Das kann dann geschehen, wenn man die Blockung des Endfeldes abhängig macht von der Blockung der eingestellten Fahrstrafse q. Man könnte zunächst versucht sein, durch das Blockfeld Ex in seiner geblockten Lage den eingestellten Fahrstrafsenhebel q festzuhalten und die Schaltung so auszuführen, dafs bei der Blockung des Endfeldes Ex der Streckenfreigabestrom über einen oberen Riegelstangenkontakt des Signalfeldes Sp/q geführt wird. Diese Anordnung ist aber nicht anwendbar. Der Ausschlufs der feindlichen Fahrten durch eine Riegelstange am Endfelde kann nämlich, wenn eine Blockstörung am Endfelde eintritt, sehr schwere Betriebsstörungen verursachen. Ein Endfeld darf bekanntlich unter keinen Umständen von Hand entblockt werden. Ist es nun aber in geblocktem Zustande gestört, so bleiben die durch das Endfeld ausgeschlossenen feindlichen Fahrstrafsen so lange uneinstellbar, bis die Störung behoben ist. Man mufs daher grundsätzlich vermeiden, das Endfeld für die Fahrstrafsenfestlegung zu benutzen. Eine Vereinfachung, also Fortlassung des Hilffeldes, ist aber noch auf einem anderen, rein elektrischen Wege möglich, nämlich dadurch, dafs man bei der Blockung des Endfeldes den Streckenfreigabestrom aufser über den oberen Riegelstangenkontakt des Signalfeldes Sp/q noch über einen Kontakt an der Fahrstrafsenverschlufsschiene q führt, der nur bei eingestelltem Fahrstrafsenhebel q geschlossen ist.

Diese Anordnung, die in Abb. 13, Taf. 8, dargestellt ist, erfordert gegenüber einer gewöhnlichen Blockstelle mit Abzweigung nur eine Änderung der Grundstellung des Endfeldes Ex und die aus der Abb. 14, Taf. 8, erkenntliche Ergänzung der Schaltung. Es kann dann der Wärter in A das Signal T bei der Blockstelle B erst freigeben, wenn er für die Fahrt von x nach y seine Fahrstrafse q eingestellt und geblockt und damit sein Signalfestlegefeld entblockt hat. Das kann er sofort nach einer anderen Fahrt tun, selbst dann, wenn das Anfangfeld Ay von der vorliegenden Blockstelle noch nicht wieder freigegeben worden ist. Für die vorhergegangene Fahrt mufs die Fahrstrafse wieder aufgelöst sein, denn nach einem Zuge kann der Wärter A, der oben angegebenen Abhängigkeiten wegen, das Endfeld für einen folgenden Zug erst blocken, nachdem hinter diesem Zuge das Anfangfeld geblockt, die elektrische Tastensperre über dem Signalfelde durch den Zug ausgelöst, endlich das Signalfestlegefeld geblockt und damit das Fahrstrafsenfestlegefeld entblockt worden ist. Die Bedienungsfolge der Blockfelder ist für eine Fahrt von z nach y und für eine Fahrt von x nach y in Abb. 13 angegeben.

Auch die andere Betriebsforderung, dafs einem in die Blockschutzstrecke eingefahrenen Zuge u. U. ein Zug aus oder in die Zweigstrecke vorgelassen werden soll, nachdem der Zug in der Stammstrecke vor Q zum Halten gekommen ist, gestattet mehrere Ausführungen.

Die einfachste Lösung der Aufgabe wäre die, den Wärter der Blockstelle A zu beauftragen, das Endfeld für den Streckenabschnitt B A für gewöhnlich entblockt zu halten und es nur dann, wenn ein Zug von der Blockstelle B ohne Gefahr auf Signal T zugelassen werden darf, zu blocken; er soll das aber nur tun, wenn kein Zug von und nach der Nebenstrecke z erwartet wird.

Will man eine gröfsere Sicherheit haben, so mufs man auch hier die Blockeinrichtungen ergänzen. Die zusätzlichen Einrichtungen lassen sich aber auf die Blockendstelle bzw. Blockstelle mit Abzweigung beschränken. Abb. 15 zeigt eine solche ergänzte Einrichtung für eine sächsische Abzweigung. Es ist hier ein Hilffeld Hlf eingebaut, dessen Verschlufsstange in der geblockten Lage die feindlichen Fahrstrafsenhebel n_2/p in der Grundstellung verschliefst. Hilffeld Hlf ist mit dem Endfelde Ex durch eine Kuppeltaste verbunden. Bei der Freigabe einer Fahrt in die Blockschutzstrecke wird das Hilffeld mit dem Endfelde zusammen geblockt. Das Endfeld wird nach Eintritt des Zuges in die Blockstrecke wie gewöhnlich entblockt und mufs nun entblockt bleiben, bis die elektrische Rücksperre ausgelöst und das Hilffeld auch entblockt worden ist. Für die Entblockung des Hilffeldes ist ein weiteres Blockfeld Entr (Entriegelungsfeld) angeordnet, das bei der Blockung des Signalfestlegefeldes entblockt wird. Über dem Entriegelungsfelde Entr ist eine elektrische Tastensperre angeordnet, die mit einem Schienenkontakt verbunden ist, der in der Blockschutzstrecke kurz (etwa 150 m) vor dem Signal Q liegt. Das Entriegelungsfeld Entr kann dann erst geblockt und dadurch das Hilffeld entblockt werden, wenn der Zug bis an das Signal Q herangefahren ist. Die Freigabe der feindlichen Fahrstrafsen ist dann unbedenklich, da der gestellte Zug nicht mehr gefährlich werden kann. In der Abb. 15 ist die zeitliche Folge der Blockspiele für die beiden Fahrrichtungen nach y angegeben.

Diese Anordnung ist in Sachsen auf Blockendstellen beschränkt worden, weil bei Blockstellen mit Abzweigung ein dringendes Bedürfnis dafür nicht vorgelegen hat. Sie wäre aber hier ohne weiteres möglich.

Die Einrichtung der Blockschutzstrecken wurde in Sachsen während des Krieges und darnach mit Eifer betrieben, als die Signalüberfahrungen sich besorgniserregend häuften. Die Änderung der bestehenden Einrichtungen bot in keinem Falle Schwierigkeiten. Der eine oder andere Weg liefs sich billig und leicht zur Ausführung bringen.

Bei dem System der Gemeinschaftstasten ist die Einführung von Blockschutzstrecken jedenfalls ungleich schwieriger, denn sie erfordert zusätzliche Einrichtungen nicht blofs auf der Blockstelle mit Abzweigung, sondern auch auf der Blockstelle vor der Schutzstrecke. Abb. 16, Taf. 8, zeigt die einfachste, dem Verfasser bekannte Ausführung bei Gemeinschaftstasten. Auf der Blockstelle B ist eine Rückgabesperre U und ein Zustimmungsabgabefeld n_2/p mit Festlegung des Signals T im geblockten Zustande, an der Blockstelle mit Abzweigung ein Zustimmungsempfangsfeld n_2/p mit Festlegung des Fahrstrafsenhebels n_2/p in der Grundstellung eingebaut.

Zustimmungsabgabe- und Zustimmungsempfangsfeld sind durch eine besondere Leitung miteinander verbunden, wie dies die Abb. 17 auf Taf. 8 erkennen läfst.

In A kann das Signal N_2 und das Signal P nur gezogen werden, wenn die Blockstelle B zugestimmt hat (vgl. Abb. 16) Feld n_2/p in B gibt diese Zustimmung nach A, die aber nur gegeben werden kann bei der Haltlage des Signals T, das durch das Blockfeld n_2/p in geblocktem Zustande verschlossen wird. Die Zustimmung kann auch nur gegeben werden, wenn das Anfangfeld Ay nach Zurückstellung des Signals T geblockt und wieder entblockt worden ist. Dieser Zwang wird durch die Rückgabesperre erreicht. Die Rückgabesperre ist ein Blockfeld eigener Art, das bei Stellung des Signalhebels in die Fahrlage selbsttätig, also ohne Strom, geblockt wird. Beim Ziehen des Signals wird die Blockstange des Rückgabesperrfeldes U von einer vom Signalhebel T gesteuerten Stange nach unten gezogen und das Feld (ohne Strom und auch ohne Ankerbewegung) dadurch geblockt, dafs der Blockrechen von der Ankerhemmung losgelöst wird und frei herunterfällt. Die Riegelstange wird dabei natürlich in die Verschlufslage gebracht. Das so geblockte U-Feld wird nach Räumung der Strecke gleichzeitig mit dem Anfangfeld Ay entblockt, wenn in A das Endfeld Ex geblockt wird. Über einen oberen Riegelstangenkontakt des U-Feldes ist nun der Stromkreis des Zustimmungsfeldes n_2/p geführt, so dafs dieses nur geblockt werden kann, wenn dieser Riegelstangenkontakt geschlossen ist. Die Blockspiele für eine Fahrt nach y sind an Hand der Abb. 16 leicht zu verfolgen.

Um vollständig zu sein, soll schliefslich noch darauf hingewiesen werden, dafs die getrennte Bedienung der Endfelder auch zu einer sehr einfachen Sicherung von Anschlufsweichen auf zweigleisigen Bahnen in dem Falle führt, wo das Anschlufsgleis durch Übergabezüge bedient wird, die auf dem falschen Gleise hin- und auf dem richtigen Gleise zurückfahren. Abb. 18 stellt eine solche Anlage dar. Auch hier hat man gewissermafsen eine Blockschutzstrecke einzurichten. Das Endfeld der Bedienungsstation erhält dann Eingriff in einen Schlüsselschieber nach Abb. 19, der in seiner Ruhestellung den Schlüssel der Anschlufsweiche festhält. In der geblockten Lage des Endfeldes kann der Schieber nicht umgestellt werden. Nach der Einfahrt des letzten, einer Bedienungsfahrt vorausgegangenen Zuges von y darf das Endfeld auf der Bedienungsstation x zur Freigabe der Blockstrecke von y nicht geblockt werden. Das Endfeld wird vor der Bedienung des Anschlufsgleises durch den Anschlufsweichenschlüssel in der Freilage verschlossen, wenn der Schlüssel aus dem Schieberschlofs für die Bedienung der Anschlufsweiche abgezogen wird. So lange dieser Schlüssel unterwegs ist, bleibt die Blockstrecke von y gesperrt. Das Endfeld kann erst nach der Rückkehr des Bedienungszuges und nachdem der Anschlufsweichenschlüssel wieder festgelegt ist, geblockt werden.

Schliefslich spricht noch zu gunsten der getrennten Bedienung der Streckenblockfelder, dafs bei ihnen durch die Schaltung gewisse Unregelmäfsigkeiten, die bei Gemeinschafttasten nur durch Hinzunahme besonderer Streckenleitungen verhindert werden können, ohne weiteres ausgeschlossen sind, und dafs in den Fällen, wo die Erde für die Rückleitung der Blockströme wegen Fernhaltung oder Unschädlichmachung fremder Wechselstromeinflüsse aufgegeben werden mufs, also isolierte Rückleitungen zu verlegen sind, bei Einzeltasten nur 4 Streckenleitungen, 2 für jede Fahrrichtung, bei Gemeinschafttasten dagegen 6 Streckenleitungen, 3 für jede Fahrrichtung, nötig sind.

Aus allem ersieht man, dafs die Einführung der Rücksperre als Ersatz für die Gemeinschaftstaste aufserordentlich fruchtbringend war. Ihre Hauptvorteile liegen in der Abminderung der Folgen von Blockstörungen und in der Ausnutzbarkeit für Blockschutzstrecken.

Die Vorteile der Einzeltasten nach dem sächsischen System scheinen noch sehr wenig bekannt zu sein. Jedenfalls haben Schockmann, Scheibner und Cauer sie in ihren Büchern über die Eisenbahnsicherungsanlagen nicht erwähnt. Cauer macht in seinem Buche »Sicherungsanlagen im Eisenbahnbetriebe« auf Seite 213 sogar eine irreführende und unzutreffende Bemerkung über das sächsische Streckenblocksystem. Bei der Besprechung der Abhängigkeit zwischen Anfangfeld und Endfeld der Streckenblockung auf den sächsischen Staatsbahnen sagt er: »Das macht zwar die Bedienung umständlicher, schliefst aber gewisse Blockstörungen ohne weiteres aus, zu deren Verhütung man auf den Preufsisch-Hessischen Staatsbahnen die Anfangfelder von Zwischenblockstellen mit Verschlufswechsel und Hilfklinke ohne Rast ausrüstet.« Irreführend ist diese Bemerkung, weil die Umständlichkeit belanglos ist, und unzutreffend ist sie, weil, wie schon anfangs erwähnt wurde, auch in Sachsen die Anfangfelder mit Verschlufswechsel und Hilfklinke ohne Rast versehen sind, so dafs Blockstörungen, die hierdurch auf den früher Preufsisch-Hessischen Staatsbahnen verhütet werden, auch bei den sächsischen Bahnen nicht auftreten können.

Zur Frage der durchgehenden Güterzugbremse.

Bei der durchgehenden Güterzugbremse spielt die Frage des Zusammenarbeitens der verschiedenen Systeme, der regulierbaren Kunze-Knorr-Bremse und der nicht stufenweise lösbaren Westinghouse-Bremse, eine nicht unwichtige Rolle. Von besonderer Bedeutung ist diese Frage für die Schweiz, wo sowohl Wagen aus Deutschland mit Kunze-Knorr-Bremse, wie aus Frankreich, das die Westinghouse-Bremse einführt, gemeinsam zu befördern sind. Die Schweizerische Bauzeitung veröffentlicht hierüber in Ergänzung eines vorausgegangenen Aufsatzes folgende Ausführungen:

Bei Fahrten in der Ebene kommt die Möglichkeit, die Bremsen stufenweise zu lösen, wenig in Betracht. Nur das Einfahren in Bahnhöfe, besonders in Kopfbahnhöfe, wird dadurch erleichtert, dafs der Führer, wenn er zu stark gebremst hatte, nicht die Bremse ganz auslösen und dann wieder von neuem anziehen mufs, sondern die Bremskraft nur zu vermindern braucht. In der Ebene spielt es also eine geringe Rolle, in welchem Prozentsatz Wagen mit Kunze-Knorr-Bremse mit solchen mit Westinghouse-Güterzugbremse gemischt fahren.

Von wesentlich anderem Einflufs ist dagegen das Mischverhältnis im Gefälle. Bei den Fahrten über den Gotthard hat es sich ja schon gezeigt, dafs einige in den Güterzug eingeschaltete Personenwagen die Manövrierfähigkeit des mit Kunze-Knorr-Bremse versehenen Güterzuges nicht zu sehr beeinträchtigen. Man konnte bei dieser verhältnismäfsig geringen Achsenzahl mit Westinghouse-Bremsen den Vorteil der Kunze-Knorr-Bremse, d. h. deren Regulierfähigkeit.



noch vollständig ausnutzen. Wird dagegen in einen mit Kunze-Knorr-Bremse versehenen Güterzug eine wesentlich gröfsere Anzahl von Westinghouse-Bremsen eingeschaltet, so kommt es natürlich auf den Grad des Gefälles an, bis zu welchem Prozentsatz das Einschalten von Westinghouse-Bremsen noch möglich ist, ohne dafs der Vorteil der Kunze-Knorr-Bremse aufgegeben wird. Ist auf einem starken Gefälle, wie dies z. B. am Gotthard vorhanden ist, der Prozentsatz der Westinghouse-Bremsen gross, dann tritt folgendes ein: Beim erstmaligen Anbremsen wirken alle Bremsen zusammen, sowohl die Kunze-Knorr-Bremsen als die Westinghouse-Bremsen. Hat der Führer zufällig gerade die richtige Bremswirkung getroffen, dann kann er unter Umständen eine ganze Weile mit so angezogenen Bremsen abwärts fahren. Hat er dagegen etwas zu scharf gebremst und will er infolge dessen teilweise lösen, so lösen die Westinghouse-Bremsen ganz aus und nur noch die Kunze-Knorr-Bremsen bleiben angezogen. Dabei wird natürlich die Bremskraft in höherem Mafse verringert, als dies vom Führer beabsichtigt ist. Er mufs also die Bremskraft wieder verstärken, wobei eventuell die Westinghouse-Bremsen wieder mitwirken, ohne dafs ihr Hilfsbehälter aufgeladen ist. Meistens werden sie infolge dessen nicht mehr mitwirken, so dafs dann bei der weitern Fahrt die Kunze-Knorr-Bremsen allein die Bremskraft für den ganzen Zug abgeben müssen. Es kann nun leicht eintreten, dafs diese Bremskraft nicht mehr ausreicht und der Führer gezwungen ist, eine Notbremsung zu machen, um den Zug ganz zum Stehen zu bringen, damit er ihn wieder neu aufladen kann. In solchem Fall wirken dann auch die Westinghouse-Bremsen wieder mit, da dann der Leitungsdruck in jedem Fall unter den Druck der Hilfsluftbehälter der Westinghouse-Bremsen vermindert wird. Natürlich kann man aber solches Fahren nicht mehr als vorteilhaft bezeichnen.

Es kommt also für die Schweiz darauf an, mit wievielen Wagen ohne Bremse oder nur mit der Westinghouse-Bremse sie in ihren Güterzügen zu rechnen haben wird. Wenn der Verkehr von Frankreich über die Schweiz nach Italien bedeutend ist, so wird sich die Schweiz unter Umständen damit helfen müssen, dafs sie besondere Güterzüge aus französischen Wagen zusammenstellt und diese mit Handbremsen über die Alpen befördert. Ist die Zahl der zu berücksichtigenden französischen Wagen gering, so kann sie diese als Leitungswagen behandeln, indem sie die Westinghouse-Bremse abstellt. Auf jeden Fall wird sich die Schweiz selbst dazu entschliefsen müssen, eine regulierfähige Bremse an möglichst allen ihren Güterwagen einzurichten, um den Prozentsatz von Wagen mit regulierfähigen Bremsen möglichst hoch zu halten.

Entwicklungsfragen der Deutschen Reichsbahn.

Der Herr Reichsverkehrsminister hat am 4. April in der Handelskammer in Berlin einen bedeutsamen Vortrag gehalten, in dem er all die verschiedenen Probleme, die die Reichsbahn beschäftigen — das Jahr 1924 wurde von ihm beim Jahreswechsel als ein Jahr ungelöster Probleme bezeichnet — in grofsen Umrissen erörterte. Nach den durch den allgemeinen Währungsverfall herbeigeführten chaotischen finanziellen Zuständen, in denen schliefslich der Betriebskoeffizient sich bis zur Höhe von 475 % hinaufschraubte, gelang es durch äufserste Sparsamkeit in den letzten Monaten Ausgaben und Einnahmen ins Gleichgewicht zu bringen, wie der Minister betonte, ohne Eingreifen eines vom Auslande aufgestellten Zensors. Der dadurch eingeleitete Gesundungsprozefs hat erfreuliche weitere Fortschritte gemacht. Neben dem Personalabbau wurden durch die Gestaltung der Fahrpläne, Stillegung von Bahnhöfen, Aufhebung von Blockstellen und Dienststellen, Einschränkungen in der Streckenbewachung, im Rangierdienst, Einsparungen erzielt. Nach einer Erörterung der Tarifgebarung im Personen- und Güterverkehr wandte sich der Vortragende der Frage der Organisation der Eisenbahn zu. Die D. R. B. ist ja seit kurzem zu einem selbständigen wirtschaftlichen Unternehmen umgestaltet worden. Die Neuorganisation bezeichnet der Minister in ihren Zielen als eine Zentralisation mit Dezentralisation, vergleichbar einem Unternehmen mit Zweigniederlassungen, wobei jedoch die Vorbilder der Privatwirtschaft nicht unbedingt in allem nachgeahmt werden können. Das Gebiet, auf dem die Dezentralisation vor allem wirksam werden mufs, ist die Finanzgebarung, bei der durch eine von den Direktionen verlangte Abrechnung wirtschaftliches Handeln an Stelle rein verwaltungsmäfsiger Einstellung herbeigeführt werden soll. Selbstverständlich mufste der Minister am Schlusse seiner Ausführung auch auf die Reparationsfrage, die ja für die deutschen Eisenbahnen geradezu eine Schicksalsfrage ist, sowie auf die damit zusammenhängende Frage der Rhein- und Ruhrbahnen eingehen. Nur ein in voller Freiheit handelnder Leiter kann das Unternehmen diejenigen Wege führen, die es im Zustand der Gesundung erhalten, in dem es allein befähigt ist, zur Abtragung der dem deutschen Reich aufgebürdeten Lasten beizutragen. Nur ein auch dem eigenen Volke dienendes Unternehmen — und das ist die psychologische Seite des Problems — kann auf die Leistungsfreudigkeit des Gesamtpersonals rechnen, die zu der geforderten äufsersten Kraftanspannung notwendig ist.

An technischen Einzelheiten verdient in diesem Blatte Erwähnung die Organisation der Wärmewirtschaft, die mit allen Mitteln auf eine zeitgemäfse Höhe zu bringen ist. Die Ausnutzung der Kohle in der Lokomotive ist die allerungünstigste. Eine stationäre Dampfmaschine braucht weniger Kohle als die bewegliche Dampfmaschine, die Lokomotive, die ja Wind und Wetter und allen sonstigen Zufälligkeiten ausgesetzt ist, deren Verhalten auf die Ausnutzung der Kohle einwirken. Jedes Prozent Kohle, das durch Verbesserung unserer Wärmewirtschaft gespart wird, ist ein Gewinn für die nationale Wirtschaft, weil hier Kohle weniger unwirtschaftlich verbraucht wird. 95 Prozent sind früher durch den Schornstein hindurchgegangen. Diese Zahlen werden allmählich verbessert, vor allen Dingen auch durch Einstellung schwererer Lokomotiven, dann durch Herbeiziehung aller Hilfsmittel, die geeignet sind, die Wärmewirtschaft dauernd zu heben. Auf diesem Wege mufs um so mehr weiter vorwärts geschritten werden, als die finanziellen Verhältnisse für die Elektrisierung der Eisenbahn ein schweres Hemmnis bilden werden. Die Deutsche Reichsbahn wird in den nächsten Jahren kaum in der Lage sein, die grofsen Summen aufzubringen, die für die planmäfsige Fortführung der Elektrisierung, soweit sie noch nicht in Angriff genommen worden ist, erforderlich wären. Deshalb müssen andere Verkehrsmittel gesucht und gefördert werden, um Ersparnisse zu machen. Der nächste Schritt wird voraussichtlich der Übergang zur Diesel-Lokomotive sein, zur Öl-Lokomotive an Stelle der Kohlen-Lokomotive. Hier sind die Versuche im besten Gange und es ist anzunehmen, dafs im Laufe des Jahres mit der Diesel-Lokomotive bereits die ersten Versuche gemacht werden können. Diese Versuche, die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes zu erhöhen, die Technik heranzuholen, um Fortschritte in der Wirtschaft zu erzielen, stehen im engsten Zusammenhange mit der gesamten deutschen Wirtschaft. Es handelt sich nicht darum, dafs die Eisenbahn für sich allein als Unternehmen zu betrachten wäre. Die Eisenbahn ist der unentbehrlichste Diener der gesamten deutschen Wirtschaft. Von diesem Standpunkt aus mufs sie bewertet und behandelt werden. Jeder Erfolg, der in der Verbilligung unserer eigenen Tätigkeit erzielt wird, kommt direkt oder indirekt der deutschen Wirtschaft wieder zugute.

Die „Puffing Billy" vor dem Kurbelkasten.

Ein originelles Bild im Hofe des Neubaues des Deutschen Museums, das sich da am Anfangstag des Frühlings den staunenden Zuschauern bot: Vor den zur Bauarbeit aufgeschichteten Kieshaufen steht eine gar merkwürdige Maschine, eine kleine Lokomotive mit hohem Schornstein und seltsamem Antrieb, ratternd, prustend, Dampf ausströmend. Zwei Männer in Biedermeier-Tracht — langem Rock, bunter Weste und, was das seltsamste ist, hohem grauen Zylinderhut — machen sich an der Maschine zu schaffen: heizen, lassen den Dampf einströmen und setzen die Lokomotive auf einem kleinen Schienenwege in Bewegung.

Vor dem Ganzen steht ein Kurbelkasten, ein Mann, der dreht und einer, der Befehle erteilt: das prächtige Museumsstück, die „Puffing Billy" vom Jahre 1813, die erstmals in einer englischen Kohlengrube den Pferdebetrieb erfolgreich ersetzte, wird gekurbelt. Nach mehr als hundert Jahren wird diese ehrwürdige alte Lokomotive wieder neu belebt.

Das Original der „Puffing Billy" ist es zwar nicht, was wir hier vor uns haben; das steht im Kensington Museum in London. Aber es ist eine ganz naturgetreue Nachahmung, die 1906 in den Münchner Eisenbahnwerkstätten nach den Unterlagen des Kensington Museums genau ausgeführt wurde*), und die Zuschauer können sich einen Vergleich machen, wie mühsam und schwerfällig sich dieser Ahne der heutigen Lokomotive fortbewegte und welchen gewaltigen Weg der menschliche Erfindergeist bis zum heutigen mit Windeseile dahinsausenden und eine vielfältige gröfsere Bürde mit sich reifsenden Schnellzugungetüms zurückzulegen hatte.

*) Eine eingehende Beschreibung der Lokomotive findet sich im Organ, Jahrgang 1907, Seite 27.

Der Kessel der Lokomotive ist mühselig aus 97 kleinen Blechstückchen zusammengenietet. Ein Wunder fast, dafs er dicht halten konnte! Zwei Dampfzylinder sind zu beiden Seiten des Kessels angeordnet. Die Übertragung der Kolbenbewegung erfolgt mittels Evansscher Halbbalanciers, einer Kurbelwelle und Zahnradgetriebe auf die beiden Radachsen. Der Auspuffdampf wird in den Schornstein geleitet, um dessen Zugwirkung zu erhöhen. Das Ding pufft und raucht demgemäfs ganz gewaltig, der Grund, aus dem die Lokomotive unter der Bezeichnung „Puffing Billy" volkstümlich wurde. Die Leistung der Maschine ist etwa 25 PS, die Zugkraft am Zughaken 675 kg, was gegenüber Kräften von 10—15000 kg bei Lokomotiven der Gegenwart recht beträchtlich erscheint; der Dampfdruck beträgt $3^1/_2$ Atmosphären.

Die Lokomotivführer sind Werkmeister aus den Münchner Eisenbahnwerkstätten, die ihren freien Tag geopfert haben, um nach den Wünschen des Kinoregisseurs die Maschine zu bedienen.

In kurzer Zeit wird man also die Puffing Billy im Film sehen können und die Zuschauer können sich einen Vergleich machen, wie mühsam und schwerfällig sich dieser Ahne der heutigen Lokomotive fortbewegte und welchen gewaltigen Weg der menschliche Erfindergeist bis zum heutigen mit Windeseile dahinsausenden und eine vielfältige gröfsere Bürde mit sich reifsenden Schnellzugungetüm zurückzulegen hatte.

Berichtigung.

Wie die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft mitteilt, ist die Angabe in dem Aufsatz »Elektrische Zugförderung in Baden« in Heft 2, Seite 35, dafs die Lokomotiven der Wiesetalbahn zum Teil von ihr gebaut seien, unrichtig. Nach den von uns gepflogenen Erhebungen ist die Angabe des Herrn Verfassers dahin richtig zu stellen, dafs von den zur Zeit auf der Wiesetalbahn verkehrenden Lokomotiven drei Lokomotiven, die aus dem R. B. D.-Bezirk Halle zugewiesen wurden, von der A.-E.-G. gebaut wurden, während eine weitere, ebenfalls aus dem Bezirk Halle, von Brown, Boveri u. Co. stammt. — Die ursprünglich für die Wiesetalbahn bestimmten Lokomotiven hingegen wurden von den S.-S.-W. geliefert. Die Schriftl.

Persönliches.

Präsident Wulff

der Reichsbahndirektion Berlin ist am 1. April d. J. infolge der Beamten-Abbauverordnung in den einstweiligen Ruhestand versetzt worden und somit von der Leitung der Eisenbahn-Direktion Berlin, die er seit August 1917 mustergültig verwaltet hat, zurückgetreten.

Im Jahre 1891 trat Wulff als Assessor bei der Eisenbahn-Direktion Köln ein und war alsdann bei verschiedenen Direktionen im Westen und Osten Deutschlands tätig. Während des Krieges war er zur Dienstleistung beim Chef des Feldeisenbahnwesens berufen. Er war Mitglied des Verwaltungsrates der belgischen Eisenbahnen und Abteilungschef bei der damaligen Militär-Generaldirektion in Brüssel. Nach dem Kriege war Wulff kurze Zeit bei der Generalbetriebsleitung Ost und beim Eisenbahn-Zentralamt in Berlin, bis er das Amt eines Präsidenten der Direktion Berlin übernahm. In der schwierigen Zeit der staatlichen Umwälzung, der nachfolgenden Zeit der wilden Streiks in allen Berliner Verkehrsbetrieben hat es Wulff durch seine ruhige und zielbewufste Führung verstanden, immer die Ordnung wiederherzustellen. Hier kamen seine hervorragenden persönlichen Eigenschaften besonders zur Geltung und seinem Wirken ist es zu danken, dafs der Betrieb der Berliner Stadtbahn damals nicht lahmgelegt werden konnte. Trotz der Ungunst der Verhältnisse sind unter seiner Führung wichtige Verbesserungen und Neuerungen im Berliner Verkehrs- und Betriebsdienst geschaffen worden. Es sei auf den Neubau des Bahnhofs Friedrichstrafse, auf den Umbau des Potsdamer Ringbahnhofs und die baulichen Verbesserungen der Bahnhöfe Stralau-Rummelsburg, Warschauer Strafse, Papestrafse, Jannowitzbrücke, Straufsberg und Hoppegarten u. a. hingewiesen. Das Projekt des Baues der südlichen Umgehungsbahn ist unter Wulffs Leitung besonders gefördert, die umfangreichen Vorarbeiten des neuen Verschiebebahnhofs in Schöneiche hat er abgeschlossen. Er hat stets darauf Bedacht genommen, dem in der Nachkriegszeit stark gestiegenen Personenverkehr im Berliner Bezirk eine glatte Abwicklung zu sichern. Demzufolge ist es auch ihm zu danken, dafs die Elektrisierung der Vorortstrecke so gefördert wurde, dafs demnächst auf der Strecke nach Bernau Probefahrten vorgenommen werden können. Dem Eisenbahn-Siedlungswesen hat Wulff stets sein Wohlwollen entgegengebracht, wovon die Kolonien Elsthal und Seddin beredtes Zeugnis ablegen.

In Personal- und Arbeiterfragen, sowie in den Fragen der Personen- und Gütertarife hatte Präsident Wulff namentlich in der Inflationszeit besonders schwere Aufgaben zu erfüllen.

Als Vorsitzender der Ständigen Tarifkommission zeigte er seine glänzenden Fähigkeiten in der Leitung grofser Versammlungen, eine Eigenschaft, die er besonders auch als Präsident des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen verwerten konnte. Dem Verein brachte er stets das regste Interesse entgegen. An den Sitzungen des Satzungsausschusses beteiligte er sich stets persönlich und nahm wiederholt Gelegenheit, sich über die Arbeiten der anderen ständigen Ausschüsse des Vereins, insbesondere des Technischen Ausschusses lobend auszusprechen. Viele Leser dieses Fachblattes werden die persönliche Liebenswürdigkeit, das ruhige und doch bestimmte Wesen des Präsidenten Wulff bei den Vereinsversammlungen kennen und schätzen gelernt haben, die er im Jahre 1921 in Berlin und 1923 in Dresden leitete. Im ganzen stand Präsident Wulff fast 7 Jahre dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen vor, und alle Mitglieder des Vereins werden es

mit Freuden und Genugtuung begrüfsen, dafs mit seinem Rücktritt von den Geschäften der Direktion Berlin nicht auch die Aufgabe der Tätigkeit für den Verein verbunden war, dafs vielmehr der Reichsverkehrsminister damit einverstanden ist, dafs Präsident Wulff bis auf weiteres die Geschäfte des Vereins, die bei ihm in so bewährten Händen liegen, noch weiterführt.

Geheimrat Prof. Dr. Lucas.

Mit dem 1. April d. Js. ist Geheimer Hofrat Prof. Dr. rer. techn. h. c. Lucas im 71. Lebensjahre in den Ruhestand getreten. Aus diesem Anlafs begab sich eine Abordnung von Freunden, Fachgenossen und Hörern zu ihm, um ihm ein Erinnerungsgeschenk zu überreichen und ihm die besten Wünsche für seinen Ruhestand auszusprechen.

Mit Lucas ist ein Mann aus dem Dienste geschieden, der die besten Überlieferungen des sächsischen Beamten, insbesondere des sächsischen Eisenbahners, in sich verkörperte. Nach seinem Hochschulstudium trat er zunächst in den Dienst der Leipzig—Dresdner Eisenbahn-Compagnie, so dafs er geradezu ein lebendiges Stück sächsischer Eisenbahngeschichte aus ihrer glanzvollsten und erfolgreichsten Zeit darstellt. Vielseitig war sein Wirken als planender und ausführender Ingenieur. Insbesondere hat er im Dienst der Leipzig—Dresdner Eisenbahn-Compagnie die eingestürzte Elbbrücke bei Riesa in überraschend kurzer Zeit neu aufgebaut. Nach der Verstaatlichung der Privatbahnen setzte sich seine erspriefsliche Tätigkeit bei der Staatseisenbahn fort. Seine wissenschaftliche Befähigung und seine Tatkraft brachten ihn bald in eine leitende Stellung als Vorstand des Brückenbaubüros der Sächsichen Staatsbahnen. In dieser Eigenschaft hat er bei der damals lebhaften Neubautätigkeit eine grofse Zahl von Brücken ins Leben gestellt. Im Jahre 1900 wurde er an die Technische Hochschule zu Dresden auf den Lehrstuhl für Eisenbahn-, Strafsen-, Erd- und Tunnelbau berufen. Fast ein Vierteljahrhundert hat er dort eine segensvolle Tätigkeit entfaltet. Unermüdlich und gewissenhaft in seiner Berufsausübung, war er ein warmherziger Freund der studierenden Jugend. Sein Rat und seine Fürsorge folgte vielen seiner Hörer noch in Beruf und Leben. Tausend Fäden spannten sich aus allen Teilen der Welt als Gedankenaustausch zwischen ihm und seinen ehemaligen Schülern. Daneben fand Lucas auch noch Zeit, eine umfangreiche Tätigkeit als Gutachter zu entfalten. Lange Jahre war er hochgeschätztes Mitglied der Technischen Kommission und des Technischen Oberprüfungsamtes, wobei ihm seine vielseitige Erfahrung zu statten kam. Das Vertrauen seiner engeren Fachgenossen, der Professoren der Technischen Hochschule, berief ihn auch einmal zum Rektor an weithin sichtbare Stelle. Als Bearbeiter zahlreicher Hand- und Lehrbücher hat Lucas eine rege wissenschaftliche Tätigkeit entwickelt. Überall, wo es galt, das Gold der Erfahrung in gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis auszumünzen, war Lucas ein gesuchter Mitarbeiter. So ergibt sein Lebenslauf ein leuchtendes Bild der Treue zu sich, zu seinen Berufsgenossen und zu seiner Wissenschaft, das bei denen, die ihm näher traten, nicht verblassen wird.

Dr. Bl.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Gründung eines Internationalen Eisenbahnverbandes.

Übereinkommen über die internationale Rechtsordnung der Eisenbahnen.

Gegen Ende des abgelaufenen Jahres wurde der „Internationale Eisenbahnverband“ (abgekürzt I. E. V.) gegründet. Er bezweckt, im internationalen Verkehr die Bedingungen für die Anlage und den Betrieb der Eisenbahnen zu verbessern und hat seinen Sitz in Paris.

Mitglieder des I. E. V. sind die meisten bedeutenden europäischen Bahnverwaltungen, darunter auch die Deutsche Reichsbahn, ferner noch eine Anzahl aufsereuropäischer Bahnverwaltungen.

Die Geschäfte des I. E. V. werden von dem „Geschäftsführenden Ausschufs“ mit dem Sitz in Paris geführt. Er besteht aus der mit dem Vorsitze betrauten und 13 weiteren Mitgliedverwaltungen; er vertritt nach den Bestimmungen der Satzungen den I. E. V. in allen Rechtshandlungen des bürgerlichen Lebens und vor Gericht. Er wird von der Hauptversammlung für einen Zeitraum von 10 Jahren bestimmt.

Dem Geschäftsführenden Ausschufs treten Ausschüsse für alle wichtigen Angelegenheiten zur Seite. Zur Zeit bestehen folgende:

1. ein Ausschufs für den Personenverkehr,
2. „ „ „ Güterverkehr,
3. „ „ „ die gegenseitigen Abrechnungen und die Währungen,
4. „ „ „ den Austausch und die gegenseitige Benutzung der Fahrzeuge,
5. „ „ „ technische Fragen.

Die Hauptversammlung bestimmt für einen Zeitraum von 5 Jahren eine Anzahl Länder, aus deren Verwaltungen die Ausschüsse für wichtige Angelegenheiten zu bilden sind; die Mitgliederverwaltungen jedes dieser Länder entsenden in den Ausschufs einen oder zwei Abgeordnete als Ausschufsmitglieder. Die Ausschüsse erhalten die von ihnen zu bearbeitenden Angelegenheiten vom Geschäftsführenden Ausschufs zugeteilt und bereiten die Beschlüsse der Hauptversammlung vor.

Die Hauptversammlung tritt alle 5 Jahre zu einer ordentlichen Sitzung zusammen; aufserordentliche Sitzungen können nach den Bestimmungen der Satzungen in bestimmten Fällen einberufen werden. In der Hauptversammlung sind die Mitgliederverwaltungen je nach der Kilometerzahl der im Betrieb befindlichen Strecken mit verschiedener Stimmenzahl vertreten. Die Staffelung der Stimmenzahl ergibt z. B. für Verwaltungen bis zu 1000 km eine Stimme, für 1001—3000 km zwei Stimmen, für die Deutsche Reichsbahn mit 52378 km 13 Stimmen.

Die Abstimmungen der Hauptversammlung gelten nur in den in den Satzungen und Dienstvorschriften des I. E. V. einschränkend aufgeführten Fällen als Beschlüsse mit verbindlicher Kraft. Als wesentlich ist hierbei hervorzuheben, dafs die beteiligten Verwaltungen die Genehmigung ihrer Aufsichtsbehörden oder der Regierungsbehörden ihres Landes sich vorbehalten müssen. Kann eine der beteiligten Verwaltungen einen Beschlufs nicht beachten, so ist er auch für die übrigen nicht bindend. Die Beschlüsse müssen mit einer Mehrheit von mindestens $^4/_5$ sämtlicher bei der Beratung vertretener Stimmen gefafst werden und es darf später nicht von $^1/_{10}$ sämtlicher, im I. E. V. vertretener Stimmen dagegen Einspruch erhoben werden.

Die Satzungen enthalten noch verschiedene Bestimmungen verwaltungstechnischer Art, über Austritt, Schiedsgericht usw., sowie eine besondere Geschäftsordnung für die Ausschüsse.

Ferner wurde am 9. Dezember 1923 in Genf ein Übereinkommen über die internationale Rechtsordnung der Eisenbahnen (abgekürzt J. R. E.) abgeschlossen. Deutschland war hierzu durch Artikel 379 des Vertrags von Versailles verpflichtet. Die J. R. E. enthält in technischer Beziehung in der Form der Empfehlung für den Abschlufs von Sonderübereinkommen eine gedrängte Wiedergabe der bei den europäischen Eisenbahnen bereits durchgeführten Grundsätze über die Aushilfe mit leeren Wagen, über die Erleichterung des Wagenaustausches und die gegenseitige Wagenbenutzung, über die technische Einheit im Eisenbahnwesen, über Aushilfe mit Zugförderungsmaterial usw. Über die Benutzung und den Umlauf der Privatwagen sollen ebenfalls Sonderübereinkommen abgeschlossen werden. Wenn auch somit nennenswerte neue Bindungen der Deutschen Reichsbahn in dem Abkommen nicht enthalten sind, so kann immerhin die J. R. E. als erster Versuch einer Festlegung des internationalen Eisenbahnrechts eine gewisse Bedeutung erlangen.

Pfl.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Über die Ursachen der vorzeitigen Zerstörung von Rippenschwellen.

(Stahl und Eisen 1924, Heft 7; von Dr. Ing. R. Kühnel und Dr. W. Marzahn.)

Einzelne eiserne Schwellen, besonders in der Form der Rippenschwellen, haben mitunter eine überraschend kurze Lebensdauer. Es zeigen sich starke Anrostungen und Rifsbildungen namentlich unter der Schienenauflage. Vielfach sind die Schwellen an dieser Stelle gebrochen. Parallel zur Schwellenachse auf den der Fahrtrichtung zugewandten Schenkeln liegt meist ein Längsrifs mit seitlich verlaufenden Querrissen. Ferner treten unabhängig von diesen Längsrissen strahlenförmig verlaufende Risse im Hakenloch auf. In einem Sonderfall sind die Schwellenenden durch herausfallende Kalisalze aus den Wagen der rangierenden Kalizüge fast völlig zerstört. Zur Aufklärung des vorzeitigen Verschleifses der Rippenschwellen wurden Untersuchungen in verschiedenen staatlichen und privaten Versuchsanstalten ausgeführt und zwar mit folgendem Ergebnis.

Die chemische Untersuchung der Schwellen wie des Rostes gab keinen Anhalt zur Aufklärung der starken Rosterscheinungen. Auch durch die Untersuchung der Luft und des Niederschlagwassers an Orten stärkster Rosterscheinungen konnten schädliche Mengen schwefliger Säure nicht festgestellt werden. Ebenso liefs das Ergebnis der Prüfung der mechanischen Eigenschaften — Biegeprobe, Härte und Festigkeit — sowie die Gefügeprüfung keine besonderen Unterschiede zwischen gerosteten und nicht gerosteten Schwellen erkennen. Auch Betriebsversuche mit Schwellen, die bei verschiedenen Walztemperaturen ausgewalzt waren, ergaben keinen Anhalt für einen ungünstigen Einflufs der Stoffbeschaffenheit.

Die Hauptursache des Rostens bei Rippenschwellen ist auf ihre ungünstige Bauform zurückzuführen. Der schräge Schenkel hat einen verhältnismäfsig schwachen Querschnitt, der durch die Rostbildung noch mehr verringert wird, bis an der Stelle der stärksten Biegebeanspruchung unter der Auflage der Schiene ein Rifs auftritt, der sich in der Längsrichtung unter Bildung von seitlich einspringenden Querrissen bald weiter fortsetzt, bis die Schwelle völlig zerstört ist. Ein Versuch, die Schwellen durch einen Teerüberzug zu schützen, hatte keinen Erfolg. Durch den Teeranstrich wurde die Lebensdauer der Schwellen den nicht geteerten gegenüber nur um 1 Jahr verlängert. Die strahlenförmig vom Hakenloch ausgehenden Risse sind auf eine Verquetschung des Gefüges beim Lochen zurückzuführen, wobei sich mikroskopisch feine Risse bilden, die sich infolge der Betriebsbeanspruchung schnell erweitern. Marzahn.

Bahnhöfe nebst Ausstattung, Lokomotivbehandlungsanlagen.

Vorrichtung zum Entladen von Güterwagen.

(Railway Age 1924, 1. Halbj. Nr. 8.)

Beim Kraftwerk St. Louis der United Electric Light and Power Company St. Louis wurde durch die Link-Belt Company, Chicago, eine Anlage zum Entleeren von Kohlenwagen eingerichtet, die nach den Angaben der Quelle auch für andere Güter zweckmäfsig wäre und die sich schon bei der geringen Zahl von etwa 8 Wagen (von je 50 t) täglich als wirtschaftlich erweist, obwohl sie bei dieser geringen Inanspruchnahme täglich nur einige Minuten in Betrieb ist. Ein 50 t-Kohlenwagen wird in einer Minute zehn Sekunden entleert, wobei nur ein Mann zur Bedienung des Motors erforderlich ist.

Die Vorrichtung (Textabb. 1 und 2) besteht aus zwei getrennten Teilen, nämlich einerseits aus den zwei Rollringen von 7,315 m Durchmesser und andererseits aus der Bühne, die den Wagen aufnimmt. Diese Bühne stützt sich mit Hilfe von vier auf ihrer Unterseite angebrachten keilförmigen Gufsstücken auf vier innerhalb der Rollringe befindliche Rollen auf. Infolge der Neigung der keilförmigen Auflager würde die Plattform mit dem Wagen unter Drehung der Rollen seitlich ausweichen, bis der Wagenkasten an dem als Träger ausgebildeten Seitenteil des Rollringes anliegt, wenn dies nicht im Ruhezustand durch zwei hakenförmige Gufsstücke verhindert würde, die an beiden Enden der Bühne angebracht sind und mit Rollen am Fundament in Eingriff stehen. Diese Anordnung hat zur Folge, dafs bei beginnender Drehung der Rollringe zunächst eine kleine Seitenverschiebung der Rollringe eintritt, wobei die Bühne mit Wagen so lange stillsteht, bis die Seitenträger der Rollringe sich an die eine Längsseitenwand des Wagens angelegt haben. Von da an nimmt die Bühne samt Wagen an der Drehung der beiden Rollringe teil, bis das Ladegut über die eine Längswand des Wagens entleert ist. Bei der darauffolgenden Rückwärtsdrehung der Rollringe samt Bühne und Wagen gelangen kurz vor Abschlufs der Drehung die beiden hakenförmigen Anschläge wieder in Eingriff mit den an den Fundamenten angebrachten Rollen, wodurch die Bühne wieder in ihrer Ausgangsstellung festgehalten wird, während die Rollringe im letzten Teil ihrer Bewegung sich wieder von der Seitenwand des Wagens soweit entfernen, dafs genügend Spielraum zum Ausbringen des leeren Wagens und Einbringen eines anderen vorhanden ist.

Abb. 1. Entladen von Güterwagen: Beginn der Drehbewegung.

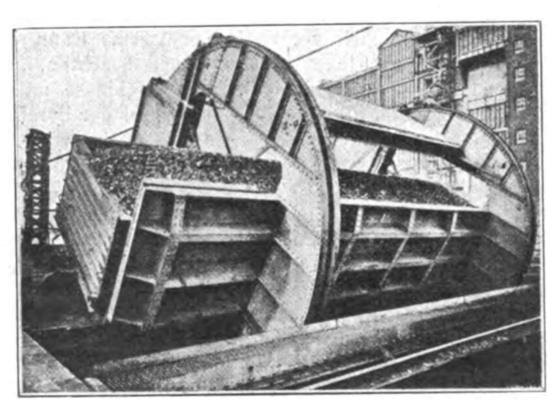
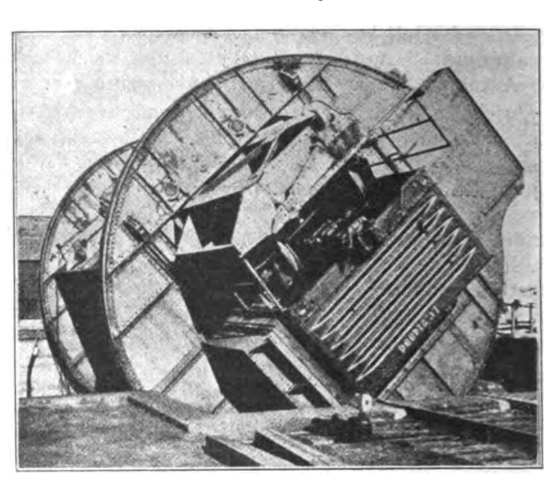


Abb. 2. Entladen von Güterwagen: Ausschüttstellung.



Die Entladung des Wagens erfolgt auf diese Weise völlig selbsttätig, abgesehen vom Ein- und Ausschalten des Antriebmotors. Der Wagen legt sich selbsttätig an die Seitenträger der Rollringe an, wird selbsttätig am oberen Rande festgeklammert, entleert und wieder freigegeben, wobei alle Hilfsbewegungen nur von der Drehbewegung der Rollringe abhängig sind. Fehler in der Bedienung sind daher nicht möglich.

Besondere Sorgfalt wurde der Anordnung der Gegengewichte gewidmet, um möglichst geringen Kraftbedarf zu erreichen. Ein 35 PS-Motor hat sich als völlig ausreichend erwiesen. Pfl.

Werkstätten, Stoffwesen.

Die Wagenwerkstätte der Londoner Untergrundbahnen in Acton.

(Engineering 1924, 117. Band, Nr. 3033.)
Mit Abb. 15 und 16 auf Tafel 7.

Die neuen Werkstätten der Londoner Untergrundbahnen zu Acton sind für die gröfseren Ausbesserungen an den Fahrzeugen sämtlicher Londoner Untergrund- und Röhrenbahnen bestimmt, wenngleich sie gegenwärtig nur für einen Teil von ihnen arbeiten. Das Gelände umfafst etwa 12 ha, wovon im Endzustand 4 ha überbaut sein werden. Man war bestrebt, in dieser Werkstätte die gleiche Arbeitseinteilung zur Anwendung zu bringen wie im benachbarten Omnibus-Werk in Chiswick Park, die auf einem planmäfsigen Lauf der Fahrzeuge und Arbeitsstücke durch die Werkstätte beruht.

Die Wagenkasten werden mit zwei Laufkranen, deren Fahrbahnen quer zum Gleise liegen, über einer der beiden „Abbaugruben" von den Drehgestellen abgehoben, sodann auf besonderen Fahrgestellen über eine Schiebebühne zu einem der drei Ausbesserungsgleise (zwei für Triebwagen, eins für Anhängewagen) geschoben, auf dem sie dem Arbeitsfortschritt entsprechend vorwärts wandern; schliefslich werden sie auf zwei „Zusammenbaugruben" mit den inzwischen auf besonderen Ständen fertiggestellten Drehgestellen wieder vereinigt. Die Triebwagen sind durchschnittlich acht, die Anhängewagen fünf Tage in der Werkstätte; der wöchentliche Auslauf ist 20 Wagen. Den Grundrifs der Halle zeigt Abb. 15 auf Taf. 7. Jeder der beiden 15 t-Kranen zum Heben der Wagen trägt an zwei losen Rollen einen Querbalken; die an dessen Enden hängenden langen Haken greifen unter die Langträger der Wagen, um die wegen der vorstehenden Bremshebel nicht verwendbaren Querträger zu vermeiden. Die noch am Querbalken angebrachten kurzen Haken dienen für das Heben von Drehgestellen und sonstigen Lasten. Alle kleinen Teile werden auf Gestelle gelegt, welche von leicht lenkbaren Rollwagen mit elektrischem Speicherbetrieb aufgenommen und zu den Teilwerkstätten gebracht werden.

Abb. 1. Rohrbiegemaschine.



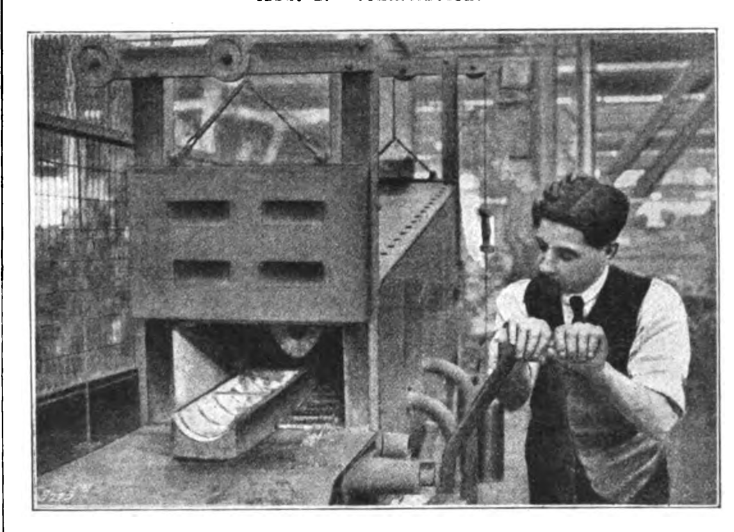
Auf jedem Ausbesserungsgleis haben sieben Wagen Platz. Die hier vorzunehmenden Arbeiten sind in vier Abschnitte eingeteilt: Bei Triebwagen wird im ersten die Hochspannungsprüfung der elektrischen Einrichtungen und der Ausbau der Anlasser und Luftverdichter vorgenommen; im zweiten werden die bei der Hochspannungsprüfung festgestellten Fehler behoben und die am Wagen bleibenden elektrischen Ausrüstungen instand gesetzt. Im dritten werden die ausgebauten Teile wieder angebracht, während im vierten der Wagen abgenommen und die Isolation geprüft wird. Die Arbeiten am Wagenkasten und an der übrigen Ausrüstung halten damit gleichen Schritt.

Die Drehgestellhalle enthält 35 Stände für die Rahmenarbeit und sechs für das Einbringen der Räder, Motoren usw. Die wichtigsten Teilwerkstätten sind die Motorwerkstätte, die Ankerwerkstätte, die Abteilung für Luftverdichter und Bremsen. Die Räderwerkstätte bildet einen gröfseren, in sich abgeschlossenen Teil der Anlage.

Gröfsere Gufs- und Schmiedestücke werden in Acton nicht hergestellt, auch die leichteren Stücke werden zum grofsen Teil roh oder bearbeitet bezogen. Infolge der immer weiter fortschreitenden Normung nimmt die Zahl der vorrätig zu haltenden Ersatzteile mehr und mehr ab. Die Anordnung der Lagerräume ist aus dem Grundrifs zu ersehen. Aufser den geschlossenen Lagerräumen ist noch ein Lagerplatz im Freien vorhanden, der von einem Laufkran mit 3 t Tragfähigkeit bestrichen wird und zur Lagerung von schweren Teilen, Radreifen, Achsen und Radsätzen dient.

Unter den Einrichtungen der einzelnen Werkstätten sind eine Reihe bemerkenswerter Neuerungen. In der Drehgestellausbesserung werden elektrische Nieterhitzer wegen ihrer steten Betriebsbereitschaft, einfachen Bedienungsweise und grofsen Wirtschaftlichkeit bei nur zeitweisem Nieten, sowie wegen des lästigen Rauches und Schmutzes der Nietfeuer verwendet. Von besonderem Interesse ist eine Rohrbiegemaschine mit elektrischer Anwärmung der Rohre (Textabb. 1). Die Einspannbacken sind in der Entfernung verstellbar und drehen sich um eine senkrechte und um eine wagrechte Achse, so dafs die Maschine für die verschiedensten Biegungen verwendbar ist. Aufserdem dient sie auch zum Aufweiten der Rohrenden; hierzu wird in das eine Backenpaar ein kegelförmiger Kupferbolzen gespannt und gegen das im andern Backenpaar festgehaltene Rohrende geprefst. Diese Vorrichtung hat sich sehr bewährt und vermeidet bei steter Betriebsbereitschaft die Zeitverluste beim Anwärmen im Feuer.

Abb. 2. Schmelzofen.



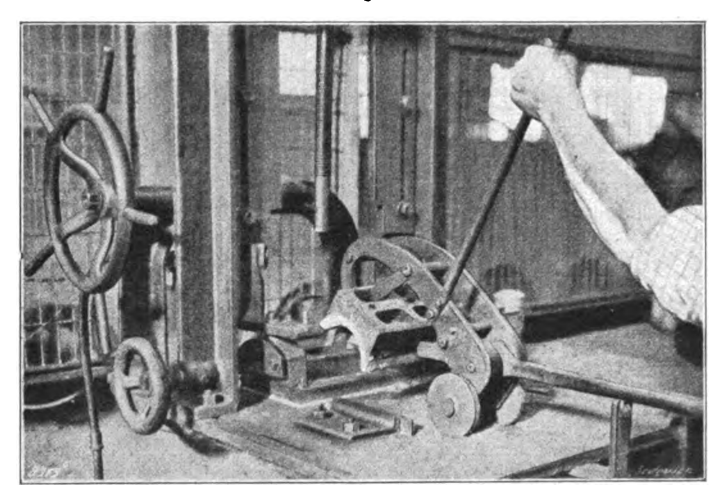
Die Anker der Motoren werden mit einem Drehkran von 3 t Tragfähigkeit aus den Gehäusen gehoben und kommen dann in einen geschlossenen Reinigungsbehälter. Die Welle wird dabei auf Lager gelegt, so dafs der Anker in langsame Umdrehung gesetzt werden kann. Im Innern ist eine Reihe von Prefsluftmundstücken an beweglichen Armen zum Ausblasen der Wicklung angebracht; der Staub wird am Boden des Kastens abgesaugt und in einem Wasserfilter niedergeschlagen. Eine gleiche Vorrichtung ist für die Reinigung der Motorgehäuse in Aussicht genommen.

Beachtenswert sind auch die Einrichtungen für das Lagerausgiefsen; die Anlage stammt von der Monometer Manufacturing Company und besteht aus einem Ausschmelzofen, einem Metallschmelzofen mit selbsttätigem Temperaturregler und einer Prefsgiefsvorrichtung. Ersterer nimmt 14 Lagerschalen auf, die auf einer endlosen Kette durch den Ofen wandern, wobei das ausgeschmolzene Metall in einer Mulde aufgefangen wird (Textabb. 2). Die aus dem Ausschmelzofen herauskommenden Schalen werden sofort zur Prefsgiefsmaschine gebracht, mit der aus Textabb. 3 zu ersehenden Einspannvorrichtung in die Giefsform geschoben und durch die senkrechte Schraubenspindel darauf festgespannt. Mit dem kleinen Handrad zur Linken wird das seitliche Abschlufsstück angedrückt, das grofse Sternrad setzt den Stempel der Giefseinrichtung in

Tätigkeit, der das geschmolzene Metall aus dem Tiegel in die Form prefst. Die Temperatur des Tiegelinhalts wird durch die Regelung nach der Bauart „Monometer" stets gleichmäfsig auf 360° gehalten; es wird hierdurch die Überhitzung des Lagermetalls vermieden und eine Gasersparnis erreicht, während die Anwendung des Prefsverfahrens einen dichteren Gufs ergibt, wovon man sich eine längere Lebensdauer des Lagerausgusses verspricht. Der „Monometer"-Regler ist oberhalb des Ofens in die Gaszuleitung eingeschaltet und wirkt durch ein in den Ofen hineinragendes Dehnungsrohr mit Übersetzung auf ein Scheibenventil in der Gasleitung, das durch eine Mikrometerschraube auf eine bestimmte durchzulassende Gasmenge eingestellt werden kann.

Zum Schlusse ist die Räderwerkstätte ausführlich beschrieben. Die zwei Wagenradsatzdrehbänke, deren Leistung allerdings nicht angeführt ist, werden von je einem 50 PS-Motor angetrieben. Zum Ein- und Ausheben der Radreifen an den Wagrechtbohrwerken sind kleine, mit Prefsluft betriebene Drehkräne angeordnet, je einer für zwei Maschinen. Die Bohrwerke sind so ausgebildet, dafs keine Maschinenteile, wie Quer- und Stahlhalterschlitten dem Einbringen der Reifen von oben im Wege sind. Zum Anwärmen der Radreifen dienen zwei, ursprünglich tragbare elektrische Erhitzer der Oerlikon-Bauart, die durch Ummauerung zum Zwecke der Erhaltung der erzeugten Hitze ortsfest gemacht wurden. Sie bestehen aus Transformatoren mit zwei senkrechten Schenkeln, von denen der eine die Primärwicklung trägt; über den zweiten wird der Reifen gelegt, wozu das obere Joch des Transformators abgeschraubt, ausgeschwenkt und dann zum Zwecke guten Kraftlinienschlusses mit Schrauben und Handkurbeln wieder fest auf die Schenkel geprefst werden kann. Die Reifen werden bei einer Transformatorleistung von 60 KVA in 17 bis 18 Minuten auf 200° angewärmt. Bttgr.

Abb. 3. Prefsgiefsmaschine.



Neue Werkstätte für Mallet-Lokomotiven bei der Western-Maryland-Eisenbahn.

Railway Age 1923. 1. Halbj. Nr. 29 vom 23. Juni Seite 1511.
(Mit Abb. 17 auf Tafel 7.)

Die Western Maryland-Eisenbahn hat kürzlich in Port Covington bei Baltimore eine neue Werkstätte errichtet, die hauptsächlich zur Ausbesserung von schweren Mallet-Lokomotiven bestimmt ist. Diese Bahn besitzt gegenwärtig 25 Lokomotiven des Bauart 1 D + D 1 mit einer Zugkraft von etwa 45000 kg (Verbundwirkung) bis 55000 kg (einfache Dampfdehnung). Jede Lokomotive wird in der Regel einmal im Jahre der Werkstätte zugeführt, sodafs zwei Ausbesserungsgeleise nahezu ausreichend gewesen wären; es sind jedoch drei Geleise vorgesehen.

Die neue Werkstätte schliefst sich an die bereits vorhandenen Maschinenhausanlagen der Bahn in Port Covington an; sie wird von der gleichen Drehscheibe bedient. Das Gebäude bedeckt eine Grundfläche von 30,5×91,5 m und bildet eine grofse 13,7 m hohe Halle. Ein seitlicher Anbau auf etwa 3/4 der Länge enthält verschiedene Nebenräume. Die Seitenwände bestehen fast ganz aus Eisen und Glas auf einem Sockel aus Beton. Das Gerippe der Seitenwände wird aus eisernen Säulen von 13,7 m Höhe in Abständen von 6,10 m gebildet. Diese Säulen tragen das Dachgerüst von 30,5 m Spannweite und die Fahrschienen für einen Laufkran von 15 t Tragfähigkeit, der die ganze Länge des Gebäudes bestreichen kann. Das Gebäude ist mit Bohlen abgedeckt, die mit geteerter Dachpappe und Kies belegt sind.

Durch die weitgehende Verwendung von Glas, das nur an wenigen Stellen in den Stirn- und Seitenwänden durch Wellblech ersetzt ist, ist eine gute Tagesbeleuchtung gesichert. Für ausreichende künstliche Beleuchtung teils durch hochkerzige Deckenlampen mit Blenden, teils durch gewöhnliche Glühlampen ist gesorgt.

Die drei Ausbesserungsgleise mit Arbeitsgruben erstrecken sich nur etwa bis in die Mitte der Halle. Sie sind durch drei Quergräben unter sich verbunden, die zur Aufnahme von Achswinden von 30 t Tragkraft für Prefsluftbetrieb dienen. Die Arbeitsgruben sind mit Anschlüssen für Wasser, Prefsluft, Gas und elektrischen Strom ausgerüstet. Gas dient zum Erwärmen der Nieten. Die Arbeitsgruben sind in Eisenbeton ausgeführt. Der Fufsboden in diesem Teile der Halle besteht aus 20 cm starkem Beton.

Der Raum bei den Werkzeugmaschinen ist mit 10 cm starken Eichenholzdielen belegt. Der gegenwärtige Stand an Arbeismaschinen ist aus der Grundrifsskizze Abb. 17, Taf. 7 ersichtlich. Weiterhin werden noch eingebaut eine Schraubenschneidmaschine, eine Nutenstofsmaschine, eine Hobelmaschine, eine Schleifmaschine, eine Bohrmaschine, ein Hammer.

Die Maschinen sind so angeordnet, dafs rückläufige Bewegungen der Arbeitsstücke möglichst vermieden werden. Alle Maschinen haben elektrischen Einzelantrieb. Es wird Wechselstrom von 25 Perioden mit 13500 V bezogen und auf 500 V niedergespannt. Ein Teil des Stromes wird durch einen rotierenden Umformer in Gleichstrom von 220 V verwandelt der zum Betrieb bestimmter Werkzeugmaschinen dient.

Auf dem Eichenbohlenbelag und auf dem Betonfufsboden sind mit Farbe Lauf- oder Fahrwege bezeichnet, die zum Befahren mit einem elektrisch betriebenen Transportkarren, der mit einem Auslegerkran von 1350 kg Tragfähigkeit ausgerüstet ist, dienen. Der Fahrweg ist aufserhalb der Halle bis zu einem wohlausgerüsteten Vorratslager von 11 × 30,5 m Fläche weitergeführt.

Die Heizung der Halle ist nach dem Dampf-Luftsystem eingerichtet. Vier Dampfheizöfen dienen zur Erwärmung der Luft, die durch Ventilatoren zwischen Heizschlangen hindurch vom oberen Ausblasrohr quer durch den Werkstättenraum geblasen wird. Pfl.

Lokomotiven und Wagen.

Diesel-elektrische Triebwagen Bauart Polar-Deva in Schweden.

Aus den Ergebnissen einer Studienreise des Betriebschefs der französischen Süd-Westbahnen, Herrn Jourdin, geht hervor, dafs bei den schwedischen Eisenbahnen in ziemlich erheblichem Umfange und mit gutem Erfolge Diesel-elektrische Triebwagen Bauart Polar-Deva in Verwendung stehen. In der Übersichtskarte, Abb. 1, sind die schwedischen Bahnen, die mit solchen Triebwagen bedient werden, durch starke Linien gekennzeichnet.

Die Motoren werden in der Motorbau-Werkstätte „Diesel-Polar" der Aktiebolaget Atlas Diesel in Stockholm gebaut. Die elektrische Ausrüstung liefern die Werkstätten der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Västeräs.

Die Zusammensetzung der Züge ist auf den verschiedenen Bahnen je nach der Art des Verkehrs verschieden. Auf der Strecke Krylbo—Bollnäs war zur Zeit der Studienreise ein Triebwagen Polar-Deva mit 250 PS in Verwendung. Der Triebwagen mit 48,2 t Leergewicht beförderte drei Anhängewagen von zusammen 51,4 t. Das gesamte Zuggewicht, das leer 99,6 t betrug, erhöhte sich im beladenen Zustande auf 119 t. Die Studienkommission hebt den kräftigen Bau des Triebwagens und die aufserordentlich einfache Bedienung hervor. Einige Sekunden nach Ingangsetzung des Motors und während der ganzen Dauer der Fahrt zeigte das Wattmeter eine, der geforderten Leistung entsprechende, gleichmäfsige Belastung an, insbesondere beim Befahren von Steigungen. Ferner ergab die Vorrichtung zum

Abb. 1. Übersichtskarte der schwedischen Eisenbahnen.

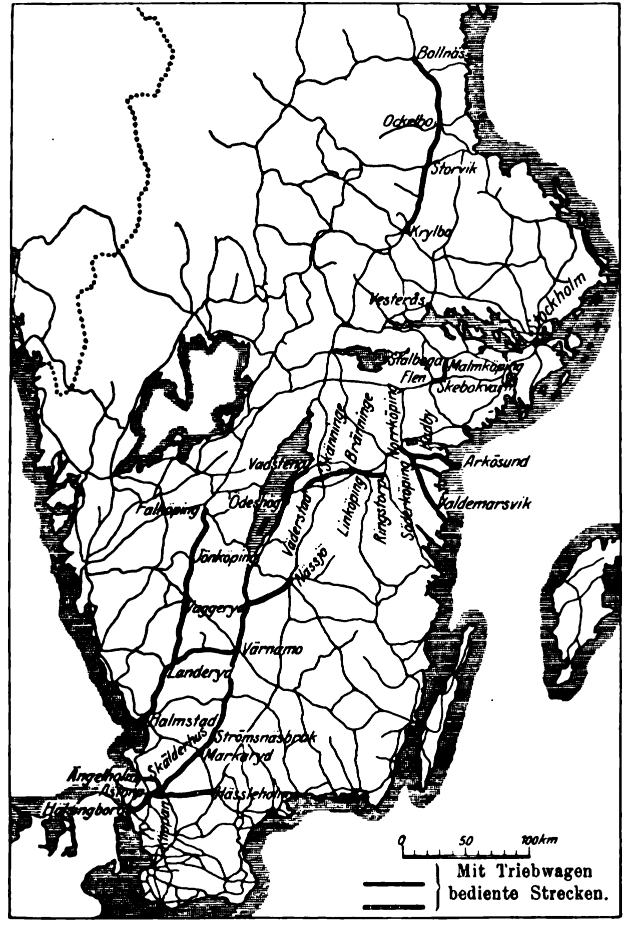


Abb. 2. 75 PS-Triebwagen Bauart Polar-Deva.

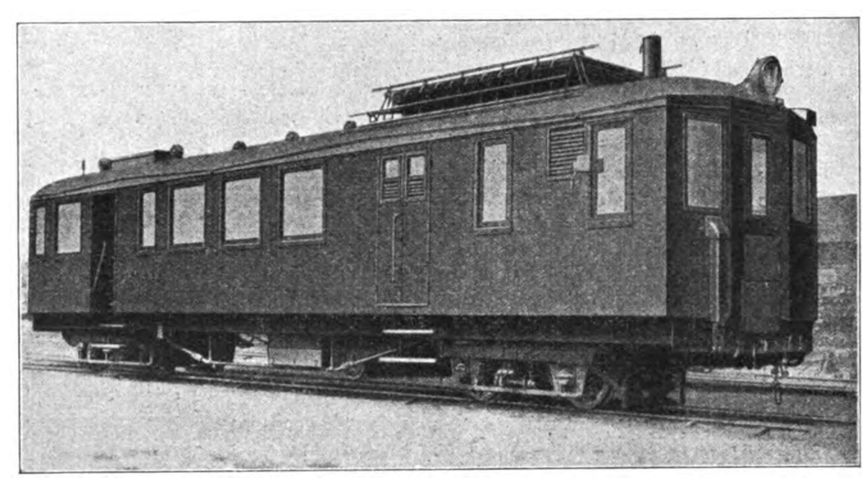
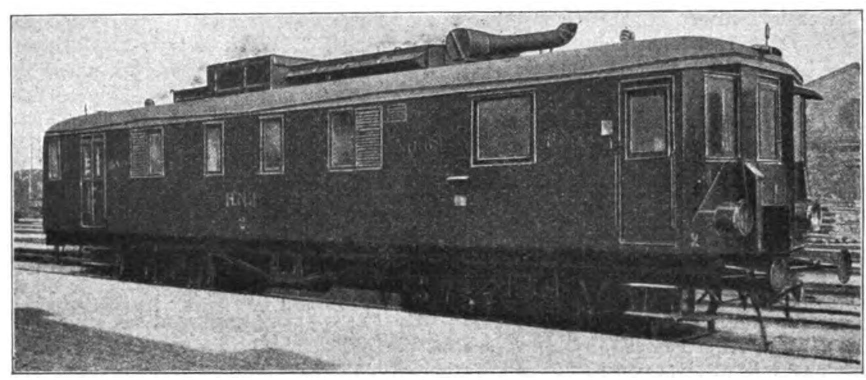


Abb. 3. 160 PS-Triebwagen Bauart Polar-Deva.



Messen der Zeitdauer des Motorlaufes, dafs während der Fahrtdauer von 3 Std. 6 Min. der Motor nur 2 Std. 25 Min. gearbeitet hatte. Der Zug hatte also im Gefälle 41 Min. ohne Brennstoffverbrauch zurückgelegt.

Der Brennstoffverbrauch konnte an einem Schauglase mit Teilung beobachtet werden.

Es betrug	der Brennstoffverbrauch		
	insgesamt	für 1 Zugkm	für 1 tkm
bei der Hinfahrt Krylbo—Bollnäs (156,5 km) . .	117 l = 99,45 kg	0,635 kg	0,0053 kg
bei der Rückfahrt Bollnäs—Krylbo (156,5 km). . .	127 l = 107,95 „	0,690 „	0,0058 „

Der Mehrverbrauch auf der Rückfahrt wird auf Kürzung der Fahrzeiten zur Beseitigung einer durch Zugkreuzung verursachten Verspätung zurückgeführt.

Dieser Triebwagen stand seit drei Monaten im Dienst, bei einer täglichen Leistung von 352 km und einer Leistung von etwa 50000 km seit Indienststellung.

Auf anderen Strecken sind Diesel-elektrische Triebwagen mit 75 PS und solche mit 120 und 160 PS-Motoren in Verwendung. Der 75 PS-Triebwagen auf der Strecke Mellersta-Sodermanland (23,4 km) ist in Textabb. 2 dargestellt.

Er steht seit 1913 im Dienst. Die Raumeinteilung zeigt je ein Führerabteil an jedem Ende, einen Maschinenraum, einen Fahrgastraum mit 14 Plätzen zweiter Klasse, einen Fahrgastraum mit 29 Plätzen dritter Klasse, ein Postabteil und ein Gepäckabteil. Sein Dienstgewicht ist 29,3 t einschliefslich Brennstoffvorrat und Kühlwasser. Von 1913 bis 1922 hat der Wagen 404375 km zurückgelegt. Die mittlere Geschwindigkeit ist 38 km/Std., das durchschnittliche Zuggewicht 35 t, im Höchstfall 55 t, der Brennstoffverbrauch auf 1 Zugkm im Durchschnitt 0,369 kg. Seit Indienststellung wurde der Wagen einer fünfmaligen Untersuchung unterzogen. Der Zeitaufwand für Untersuchungen und Ausbesserungen wird mit 30 Tagen im Jahr angenommen. Zum Nachweis über den günstigen Einflufs des Triebwagendienstes auf dieser Strecke im Vergleich zum früheren Dampfbetrieb (1912) wird nachstehende Übersicht aufgeführt:

In schwedischen Kronen	Dampfbetrieb	Betrieb mit Diesel-elektrischen Triebwagen							
	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920
	Kr	Kr	Kr	Kr	Kr	Kr	Kr	Kr	Kr
Einnahme für 1 km Bahnstrecke pro Tag	10,31	10,02	12,00	15,19	17,36	22,90	38,62	38,25	45,31
Einnahmen auf 1 Zugkm . . .	1,87	1,58	1,51	1,75	1,92	3,27	7,22	5,74	4,85
Ausgaben auf 1 Zugkm . . .	1,56	1,33	1,22	1,24	1,59	2,40	4,60	3,72	2,83
Verhältnis Ausgaben auf 1 Zugkm / Einnahmen auf 1 Zugkm	83 %	84 %	81 %	71 %	83 %	73 %	64 %	65 %	58 %

Auf der Strecke Halmstad—Nassjö sind aufser einem 75 PS-Triebwagen noch zwei Triebwagen nach Textabbildung 3 mit 160 PS-Motoren bei einem Dienstgewicht von 37,5 t in Verwendung.

Die von der Studienkommission besuchten sieben Bahnlinien umfassen ein Netz von 913 km Länge, das mit sechs Triebwagen von 75 PS (darunter zwei für Schmalspur 0,891 m), drei Triebwagen von 120 PS, drei Wagen von 160 PS und zwei Wagen von 250 PS bedient wird. Der Brennstoffverbrauch der 120 PS-Wagen wird mit 0,45 bis 0,50 kg, jener der 160 PS-Wagen mit 0,608 kg für ein Zugkilometer angegeben.

Der Bericht der Kommission führt noch weitere Einzelheiten über die einzelnen bereisten Strecken an und kommt zu dem Ergebnis, dafs der in Schweden verwendete Diesel-elektrische Triebwagen sich insbesondere zur Verwendung auf Strecken mit schwachem und mittlerem Verkehr vorzüglich eignet, zu Störungen keinen Anlafs gibt und durch Belebung des Verkehrs bei Ermäfsigung der Betriebskosten wirtschaftliche Vorteile im Vergleich mit Dampfbetrieb bietet. Pfl.

Verschiedenes.

Welt-Kraft-Konferenz.

Die „Erste Welt-Kraft-Konferenz" findet von Montag, 30. Juni, bis Sonnabend, 12. Juli 1924, in London-Wembley im Rahmen der British Empire Exhibition statt.

Der Konferenzgedanke entstand aus dem Zusammenwirken mehrerer führenden Körperschaften Englands, unter denen besonders die British Electrical and Allied Manufacturers Association zu erwähnen ist. Das Programm der Welt-Kraft-Konferenz gruppiert alle Krafterzeugungsfragen um die Kernfrage der Elektrizitätserzeugung; es gliedert sich in fünf grofse Gruppen:

I. Kraftquellen. II. Krafterzeugung. III. Kraftübertragung und -verteilung. IV. Kraftverwendung. V. Allgemeines.

Diese grofsen Gruppen sind wiederum wie folgt unterteilt:

I. Kraftquellen. A) Übersicht über die Kraftquellen in den einzelnen Ländern.

II. Krafterzeugung. B) Wasserkraft. C) Brennstoffe und Brennstoffaufbereitung (Destillation der Kohle bei hoher und niederer Temperatur — Kohlenstaub — Ölschiefer — Ölraffination — Braunkohle — Torf — sonstige Feuerungsstoffe). D) Dampfkrafterzeugung: 1. Dampferzeugung; 2. Dampfverwendung. E) Verbrennungskraftmaschinen. F) Kraft aus anderen Kraftquellen (Wind, Sonne, Gezeiten u. a.)

III. Kraftübertragung und -verteilung. G) 1. Wechselstrom-Übertragung und Verteilung (Wechselstrom-Generatoren, Motoren, Transformatoren und Schalteinrichtungen); Grofskraftwerke, Fernleitungen; Leitungsnetze; Normung der Spannungen und der Frequenzen; unterirdische Hochspannungskabel; Unterseekabel für Kraftübertragung. 2. Erzeugung, Fernleitung und Verteilung hochgespannten Gleichstroms. 3. Niederspannungsverteilung und -speicherung. 4. Kraftgasfernleitung. 5. Mechanische Kraftübertragung.

IV. Kraftverwendung. H) Industrie, Haushalt und Landwirtschaft, I) Elektrochemie und Elektrometallurgie, K) Verkehrswesen, L) Lichterzeugung.

V. Allgemeines. Dieser Abschnitt umfafst solche Gebiete, die für die Konferenz von besonderem Interesse sind, jedoch nicht unter die vorgenannten Sondergruppen fallen. M) Fragen wirtschaftlicher, finanzieller und rechtlicher Natur mit Bezug auf Kraftwerke. N) Allgemeines (Forschungswesen — Nationale und Internationale Normung — Erziehung des Handwerks, des Ingenieurs und des Kaufmanns — Arbeitshygiene und Psychologie — Pressewesen — Nationale Sonderheiten — Internationale Zusammenarbeit). Schliefslich ist zu erwähnen eine im Programm vorgesehene Erörterung über die Bildung einer ständigen Organisation für die in die Konferenz einbezogenen Gebiete.

Zu den Unterabschnitten A bis N werden von jeder an der Konferenz teilnehmenden Nation aus den für sie bemerkenswertesten Gebieten Berichte geliefert, die in Englisch oder Französisch, den beiden offiziellen Verhandlungssprachen, vorgelegt werden müssen. Während der Konferenz werden diese Berichte vorgetragen und diskutiert; für die Diskussion im Anschlufs an die Vorträge sind auch andere Sprachen zugelassen und Dolmetscher bereit.

Es liegt bisher schon eine hohe Zahl von Beiträgen aus den verschiedensten Ländern vor; besonders stark ist England mit seinen Kolonien vertreten und auch die Vereinigten Staaten von Nordamerika erscheinen mit besonders zahlreichen Beiträgen. Jedes beteiligte Land hat einen Nationalen Ausschufs für die Vorbereitungen zur Konferenz gebildet.

Deutschland ist ebenfalls in aller Form zur Teilnahme an diesem Internationalen Kongrefs eingeladen worden. Es fällt der Technik damit die Aufgabe zu, die abgerissenen Fäden erstmals in solchem Umfang wieder zu knüpfen. Da es sich um eine technisch-wissenschaftliche Frage handelt, hat die Reichsregierung deren weitere Behandlung dem Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine übertragen, dessen Vorsitzender zugleich zum Vorsitzenden des Deutschen Nationalen Komitees gewählt wurde. Trotz der sehr knappen verfügbaren Zeit (der Sondertermin für Deutschland ist am 1. April bereits abgelaufen) ist doch eine der deutschen Technik würdige Vertretung sichergestellt.

Die gesamten der Konferenz eingereichten Beiträge werden, von der Konferenzleitung voraussichtlich ergänzt durch das Ergebnis der Aussprache, Ende des Jahres in mehreren Sammelbänden in englischer bzw. französischer Sprache (je nachdem sie eingereicht sind) herausgegeben und im Buchhandel zum Preise von etwa 150 M. erhältlich sein.

Eisenbahntechnische Tagung in Berlin vom 22. bis 27. September 1924.

Der Verein Deutscher Ingenieure hat in enger Verbindung mit der Deutschen Reichsbahn eine eisenbahntechnische Tagung in Berlin für die Zeit vom 22. bis 27. September 1924 anberaumt. die der wissenschaftlichen Erörterung und der Darstellung der wichtigsten Probleme des neuzeitlichen Eisenbahnwesens, seines neuesten Standes und seiner Weiterentwicklung unter besonderer Hervorhebung der Wirtschaftlichkeit dienen soll.

Die Fragen des Grofsgüterverkehrs und ihre Einwirkungen auf die verschiedenen Gebiete des Eisenbahnwesens, des Lokomotiv- und Wagenbaues, der Nutzbarmachung der Elektrizität usw. werden einer eingehenden Erörterung unterzogen. Ferner wird die wirtschaftliche Herstellung und Instandhaltung der Eisenbahn-Fahrzeuge behandelt werden. Besondere Berücksichtigung wird der Vorschubdienst und das Signalwesen finden.

Mit der Tagung sind Vorträge namhafter Fachmänner des In- und Auslandes, Versuchsfahrten, Filmvorführungen, Besichtigungen, sowie zwei Ausstellungen verbunden. Die Vorträge bezwecken die Darlegung des in die Zukunft weisenden Entwicklungsganges, wobei alles bereits Vorhandene und geschichtlich Gewordene als bekannt vorauszusetzen ist.

Im Ausstellungspark in Seddin (an der Strecke Berlin—Belzig) wird eine Vorführung von Beispielen neuester Bauausführungen stattfinden, insbesondere von Lokomotiven (Diesel-, Turbo-Lokomotiven, Lokomotiven mit Dampfkondensation) und Wagen aller Art (Grofsgüterwagen, Schnellentlader, Triebwagen und Personenwagen neuester Bauart, Sonderwagen für den inneren Dienst der Reichsbahn, wie Giefsereiversuchs-, Unterrichts-, Lokomotivmefs-, Bremsversuchs- und Tunneluntersuchungswagen), die an einzelnen Tagen im Betrieb vorgeführt werden. Ebenso werden dort sonstige Gegenstände gröfseren Umfanges, die dem Eisenbahnwesen dienen, zur Ausstellung gelangen.

Getrennt davon wird eine Ausstellung erstklassiger Entwürfe und Modelle im Lichthof der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg stattfinden, die geeignet sind, eine beachtliche Steigerung der Wirtschaftlichkeit auf den verschiedenen Gebieten des Eisenbahnwesens herbeizuführen, auch wenn sie noch nicht zur Ausführung gelangen können. Der Besuch des Berliner Verkehrs- und Baumuseums bietet eine Fülle bemerkenswerten Materials aus der Entwicklungsgeschichte des deutschen Eisenbahnwesens bis zur Neuzeit und wird den Teilnehmern der Tagung warm empfohlen.

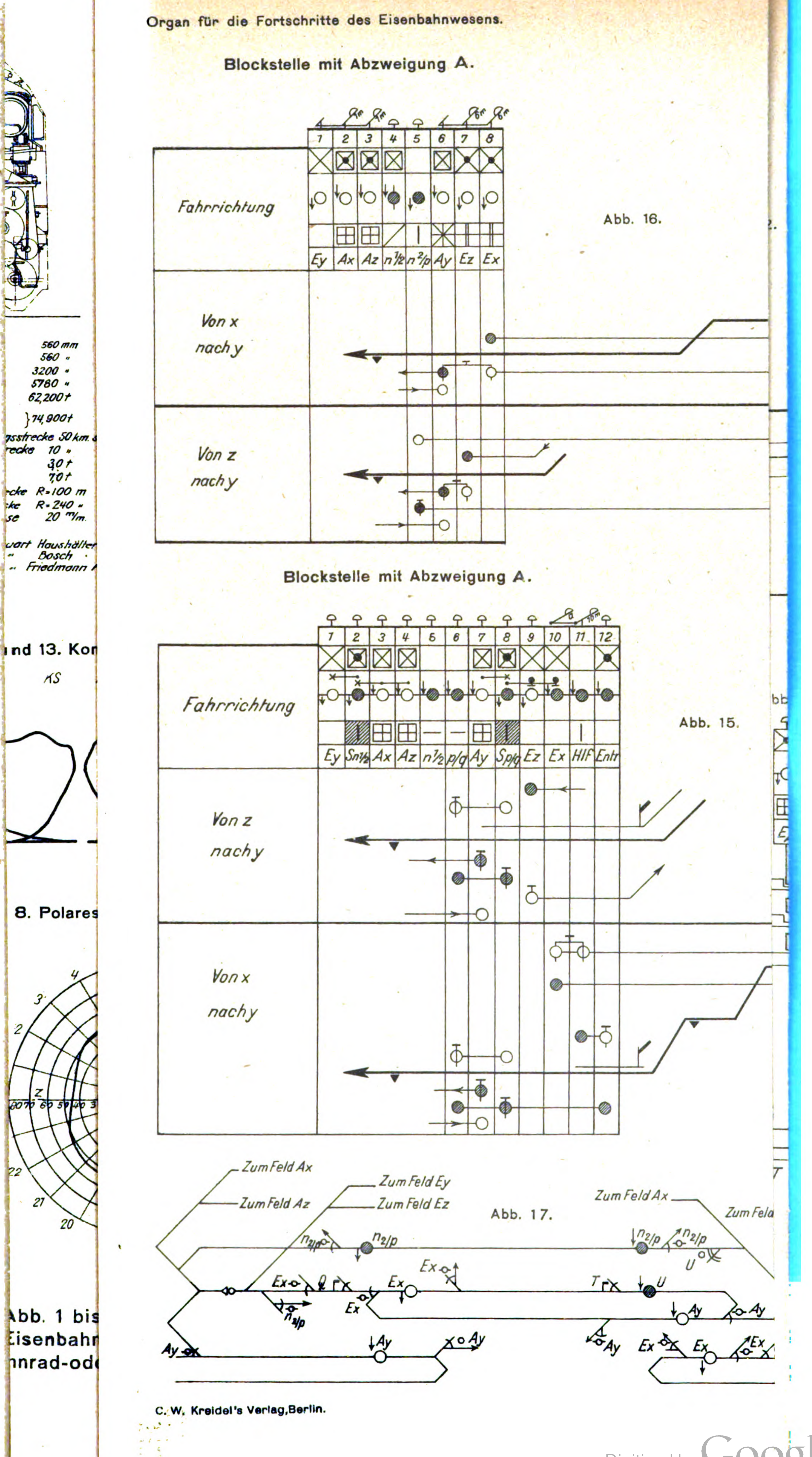
Ein besonderer Tag ist vorgesehen für die Besichtigung von Berliner Firmen, deren Erzeugnisse für das Eisenbahnwesen vornehmlich in Betracht kommen. Im Anschlufs an die Tagung finden des weiteren Besichtigungen von Anlagen und Werken im Reiche statt.

Während der Tagungen wird Gelegenheit geboten, im Anschlufs an den Besuch der Modellausstellung neue Filme aus dem Eisenbahnwesen, sowie Industriefilme kennen zu lernen.

Zugzusammenstofs bei Bellinzona.

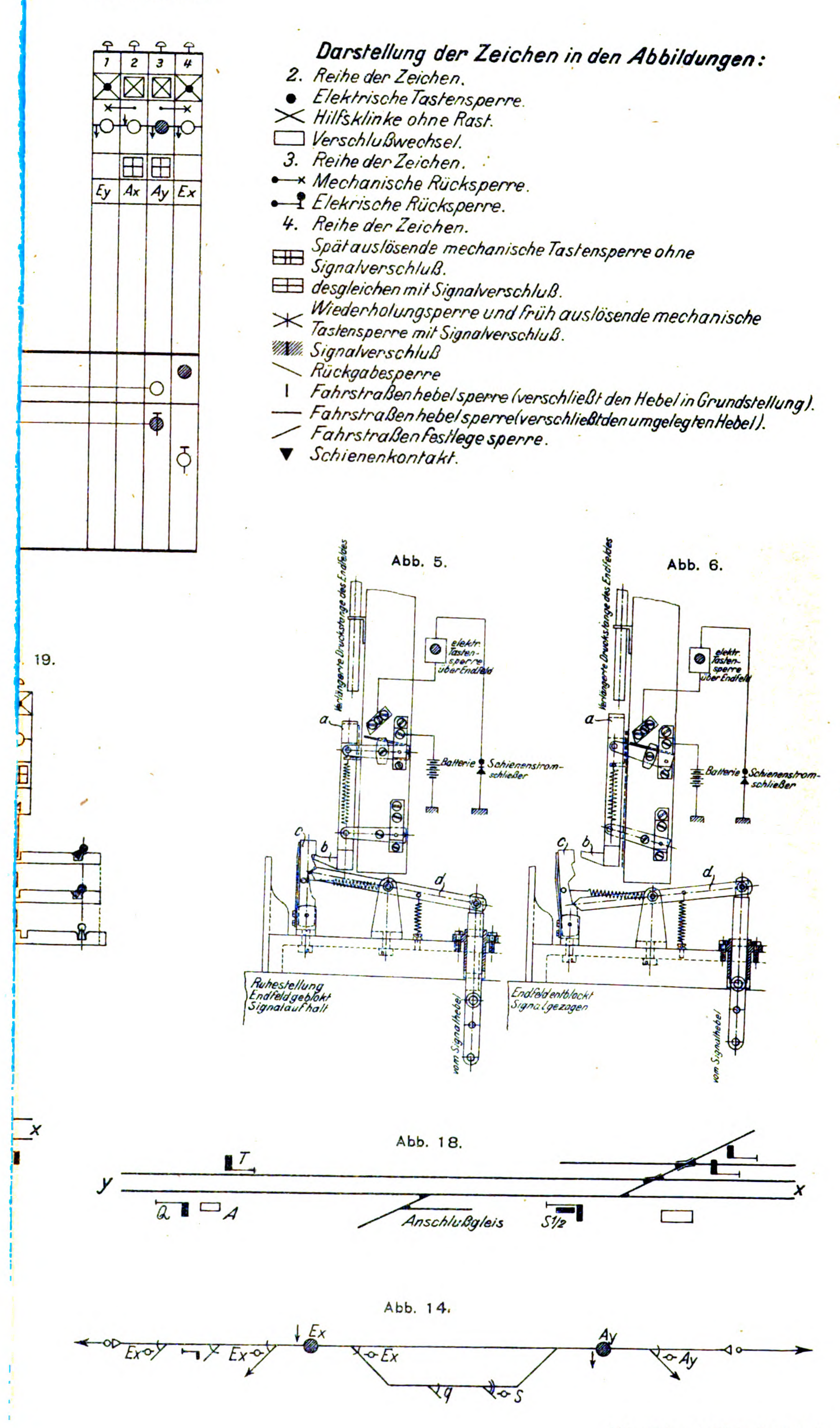
Am Mittwoch, den 23. April d. J, morgens 2^{30} Uhr, ereignete sich in der Station Bellinzona der Schweizerischen Bundesbahnen bei der Einfahrtweiche von Norden her (km. 149_3) in den Rangierbahnhof San Paolo (1,6 km nördlich der Stationsmitte Bellinzona) ein Zusammenstofs zweier Schnellzüge, dem ungefähr 15 Menschenleben zum Opfer fielen. Die unmittelbare Ursache des Unglücks war das Überfahren eines geschlossenen Einfahrsignales durch den von Norden kommenden Zug Nr. 70, der dann durch die für einen von ihm überholten Güterzug auf Ablenkung gestellte Weiche nach dem Rangierbahnhof abgelenkt wurde. Dabei stiefs er auf der schienengleichen Kreuzung mit dem feindlichen Hauptgleise mit dem von Süden (mit etwa einstündiger Verspätung) im gleichen Augenblick dort eintreffenden Schnellzug Nr. 51b zusammen; durch den Gasbrand eines Personenwagens wurden die Folgen der Kollision noch verschlimmert. — Die Ursache dieses gröfsten Unfalls, der die S. B. B. seit ihrem Bestehen betroffen hat, liegt in einer unglücklichen Verkettung einer Mehrzahl von Einzelumständen, bei denen erschwerend in Betracht fällt, dafs infolge Umbau des Bahnhofs Bellinzona die zwangsläufige Abhängigkeit der nördlichen Ein- und Ausfahrsignale von der Einfahrtweiche in den Rangierbahnhof fehlte.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



C. W. Kreidel's Verlag, Berlin.

Blockstelle B.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

1924 HEFT 6

ORGAN

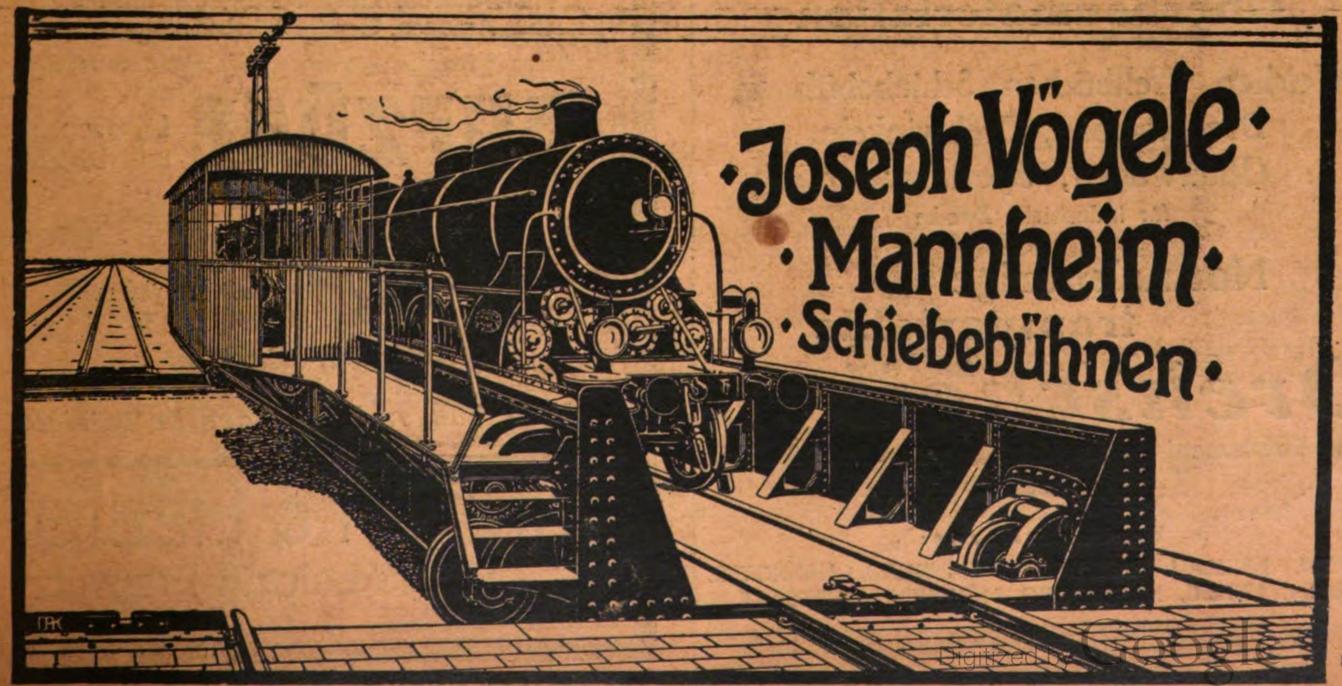
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.



Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang 15. Juni 1924 Heft 6

Anweisungen für die Ermittlung der Fahrzeiten der Züge nach den zeichnerischen Verfahren

1. des Oberingenieurs Unrein, München,
2. des Regierungsbaurats Dr. Ing. Müller, Berlin,
3. des Oberregierungsbaurats Strahl, Berlin,
4. des Regierungsbaurats Dr. Ing. Velte, Elberfeld,
5. des Abteilungsdirektors, Oberregierungsbaurats Caesar, Essen.

Bearbeitet vom Geheimen Oberbaurat Dittmann, Oldenburg.

Hierzu Abbildungen auf Tafel 9 bis 13.

Vorwort.

Die nachstehenden Ausarbeitungen sollen die Einführung der vorgenannten Verfahren für den praktischen Gebrauch erleichtern und den Bearbeitern eine leicht faſsliche Gebrauchsanweisung für die Fahrzeitenermittlung bieten.

Die in der Literatur erschienenen Veröffentlichungen der einzelnen Verfasser über ihre Verfahren sind vorwiegend als wissenschaftliche Abhandlungen geschrieben und enthalten infolgedessen allerlei theoretische Betrachtungen und Feinheiten, die zwar für die Beurteilung der Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Anwendungsmöglichkeit von Wert sind, dem Neuling aber, der eine praktische Aufgabe zu bearbeiten hat, das Eindringen in den Kern der Sache erschweren; auſserdem geben sie für allerlei Zweifelsfragen, die bei Bearbeitung einer praktischen Aufgabe auftreten, nicht immer die erwünschte Lösung.

Hinsichtlich der Richtigkeit ihrer Ergebnisse besteht kein Unterschied zwischen den fünf Verfahren, sie unterscheiden sich nur in der gröſseren oder geringeren Einfachheit ihrer Handhabung und der Sicherheit gegen Versehen und Fehler bei ihrer Durchführung. Das als erstes aufgeführte Verfahren des Oberingenieurs Unrein in München dürfte in dieser Beziehung als das zweckmäſsigste anzusehen sein.

Die Anweisungen sollen die Veröffentlichungen der Verfasser nicht ersetzen. Wer sich durch die Anweisungen mit dem einen oder andern Verfahren vertraut gemacht und für seine weitere Verwendung entschieden hat, wird zweckmäſsig die Abhandlung des betreffenden Verfassers durcharbeiten, um noch alle Einzelheiten und Feinheiten kennen zu lernen.

Über das zeichnerische Verfahren des verstorbenen Oberregierungsbaurats Strahl ist eine Veröffentlichung bisher nicht erschienen. Die Abhandlungen über die anderen Verfahren, sind an nachstehenden Stellen abgedruckt:

1. Verfahren von Unrein, Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. Band 73, Heft 1 und Band 76, Heft 9.
2. Verfahren von Dr. Müller, Verkehrstechnische Woche 1922, Heft 10.
3. Verfahren von Dr. Velte, Verkehrstechnische Woche 1921, Heft 29 und Glasers Ann. f. Gew. und Bauw., Band 87, Heft 1.
4. Verfahren von Caesar, Glasers Ann. f. Gew. und Bauw., Band 90, Heft 1.

Die Anweisungen sind in der Form gegeben, daſs die Lösung derselben Aufgabe nach den fünf Verfahren jedesmal von Anfang bis zu Ende durchgeführt ist.

Die Aufgabe besteht darin, für einen aus einer P8-Lokomotive der DRB (2G-h2) und 400 t Wagengewicht bestehenden Zug, für den die Grenzgeschwindigkeiten auf den verschiedenen Steigungen durch das in Textabb. 1 dargestellte s/V.-Diagramm (nach Strahl) dargestellt sind, die kürzesten Fahrzeiten beim Befahren der in Textabb. 2 im Längsschnitt dargestellten Strecke A B zu ermitteln, wenn der Zug auf Station A anfährt, auf Station B hält und als Höchstgeschwindigkeit 75 km/Std. angenommen werden. Die regelmäſsigen Fahrzeiten sind um etwa 10 % länger als die so ermittelten kürzesten Fahrzeiten zu nehmen. Bemerkt sei

Abb. 1. Höchstgeschwindigkeiten im Beharrungszustand für die P 8 Lokomotive bei 400 t Wagengewicht.

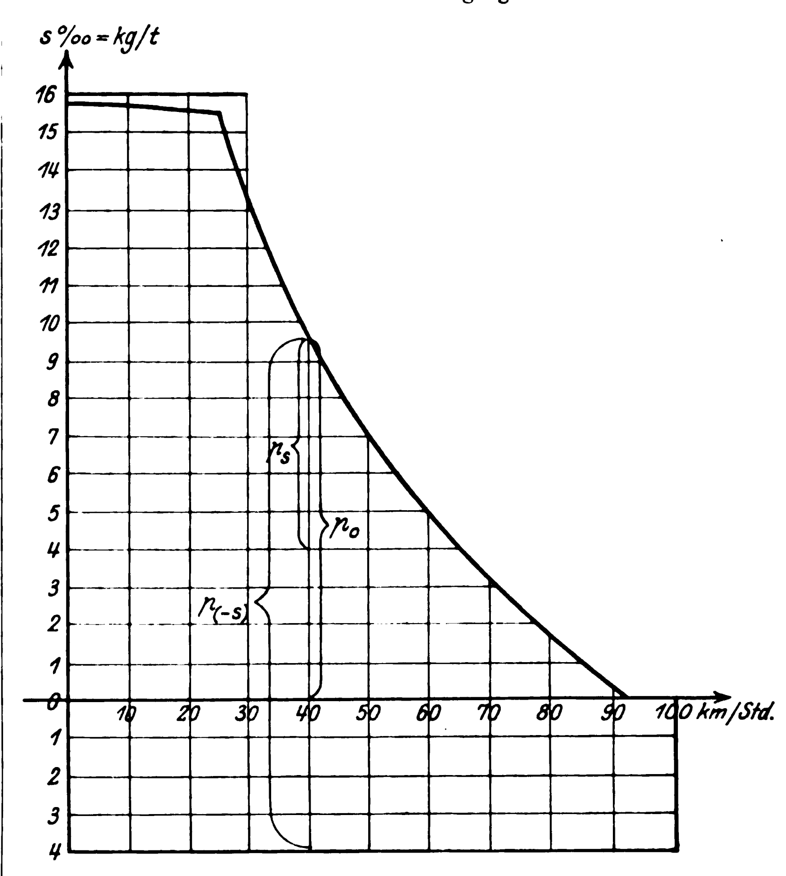
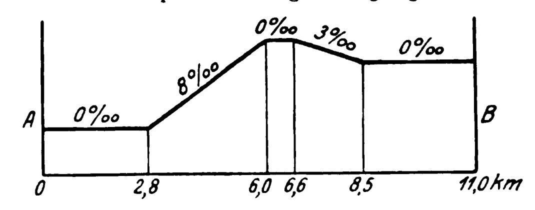


Abb. 2. Höhenprofil der zugrunde gelegten Strecke



noch, daſs zur Ermöglichung eines Vergleichs über die Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Handhabung der einzelnen Verfahren jedesmal von dem s/V-Diagramm nach Strahl ausgegangen ist, obwohl die Verfasser einzelner Verfahren, z. B. Regierungsbaurat Dr. Velte, die Beziehungen zwischen Geschwindigkeit und Steigung und daraus die Beschleunigungskräfte auf besondere Art ermitteln. Das s/V-Diagramm (Abb. 1) gibt an, welche Geschwindigkeiten auf den verschiedenen Steigungen die Lokomotive mit der gegebenen Zuglast dauernd einhalten kann. Da zur Überwindung einer Steigung von 1 ‰ eine Zugkraft von 1 kg für die Tonne Gesamt-Zuggewicht erforderlich ist, so kann man aus dem s/V-Diagramm auſser den

zur Überwindung von Steigungen verfügbaren Zugkräften auch die Zugkräfte entnehmen, die zur Beschleunigung des Zuges zur Verfügung stehen. Z. B. kann nach dem dargestellten s/V-Diagramm die P8-Lokomotive mit dem Wagengewicht von 400 t auf der Steigung 10 ‰ dauernd die Geschwindigkeit von 40 km/Std. halten. Bewegt sich der Zug mit 40 km Geschwindigkeit in der Wagrechten, so sind 10 kg auf die Tonne Zuggewicht zur Beschleunigung verfügbar; bewegt er sich mit derselben Geschwindigkeit auf einer Steigung von 4 ‰, so ist die Beschleunigungskraft entsprechend kleiner, nämlich 10 — 4 = 6 kg/t, während sie beim Befahren eines Gefälles von 4 ‰ entsprechend gröfser, nämlich 10 + 4 = 14 kg/t ist. Nimmt unter der Wirkung der Beschleunigungskraft die Geschwindigkeit zu, so nimmt die Beschleunigungskraft entsprechend ab und wird bei der aus dem s/V-Diagramm zu entnehmenden Grenzgeschwindigkeit = 0. Diese beträgt z. B. bei Fahrt in der Wagrechten etwa 92 km/Std., in der Steigung 4 ‰ etwa 65 km/Std.

Bezeichnet

Z_i die indizierte Zugkraft der Lokomotive bei V km/Std. (= 3,6 V m/Sek.) in kg.

W den Gesamtwiderstand von Lokomotive und Wagenzug auf der Wagrechten bei der Geschwindigkeit V in kg.

G_l das Gesamtgewicht von Lokomotive und Tender betriebsfähig in t.

G_w das Gewicht des Wagenzugs in t, so ist die rein beschleunigend wirkende, auf eine Tonne Gesamtzuggewicht entfallende Kraft in kg

1) in der Wagrechten . . . $p_o = \frac{W}{G_l + G_w}$

1a) in der Steigung s . . . $p_s = \frac{Z_i - W - (G_l + G_w)s}{G_l + G_w} = p_o - s$

1b) im Gefälle (— s) . . . $p_{(-s)} = \frac{Z_i - W + (G_l + G_w)s}{G_l + G_w} = p_o + s$

Die Werte p_o, p_s, $p_{(-s)}$ können aus dem s/V-Diagramm für die verschiedenen Geschwindigkeiten ohne weiteres abgegriffen werden.

Bei geschlossenem Regler, also für $Z_i = 0$, werden diese Kräfte:

2) in der Wagrechten $p'_o = \frac{-W}{G_l + G_w}$

2a) in der Steigung s . . . $p'_s = p'_o - s$

2b) im Gefälle (— s) . . . $p'_{(-s)} = p'_o + s$

1. Verfahren des Oberingenieurs Unrein in München.

Tafel 9.)

a) Anweisung.

Bei dem Verfahren wird eine Geschwindigkeitslinie über dem Wege aufgezeichnet und es werden aus ihr mit einem sogenannten Zeitwinkel die Zeiten ermittelt.

Das s/V-Diagramm ist aufzuzeichnen im Mafsstab für s . . . 1 ‰ = 6 mm, für V . . . 1 km/Std. = 1 mm (Tafel 9, Abb. 1). An beliebiger Stelle im s/V-Diagramm ist der sogenannte Ausschwingewinkel μ in einer Gröfse einzutragen, dafs $\operatorname{tg}\frac{\mu}{2}$ etwa $= \frac{1}{10}$ ist. Von dem so aufgezeichneten s/V-Diagramm ist eine Pause auf starkem durchsichtigen Papier zu nehmen.

Für die Herstellung des Fahrschaubildes (Geschwindigkeitsweglinie Tafel 9, Abb. 2) sind, am zweckmäfsigsten auf Millimeterpapier, die Streckenlängen im Mafsstab 1 km = 20 mm auf der Abszissenachse aufzutragen, die Neigungsverhältnisse darunter anzudeuten und in den Neigungswechseln, Stationen, Blockstellen usw. Ordinaten zu errichten. Die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit ist durch eine Parallele zur Abszissenachse anzudeuten. Für die Geschwindigkeiten wird derselbe Mafsstab wie im s/V-Diagramm (1 km/Std. = 1 mm) angewendet.

Um die Geschwindigkeitsweglinie aufzuzeichnen, legt man die Pause des s/V-Diagramms, da die Anfahrt in der Wagrechten erfolgt, mit dem 0-Punkt auf den Anfangspunkt der Strecke und zwar so, dafs der Schenkel x y des Ausschwingewinkels parallel zur Abszissenachse liegt. Die Lage des s/V-Diagramms ist mit ausgezogenen Linien und den Buchstaben $a_0 b_0 c_0 e_0$ angedeutet. Die Umgrenzungslinie des s/V-Diagramms wird im Punkte d_0 von der Abszissenachse geschnitten. In diesen Punkt setzt man eine Zirkelspitze und schwenkt das s/V-Diagramm um den Ausschwingewinkel μ nach rechts, so dafs der Schenkel x z des Ausschwingewinkels parallel zur Abszissenachse und das s/V-Diagramm in die gestrichelte Stellung a_1 b'_0 c'_0 e'_0 zu liegen kommen; der Punkt a_1 ist dann ein Punkt der Geschwindigkeitsweglinie. Diesen nimmt man jetzt als Drehpunkt und schwenkt das s/V-Diagramm um den Winkel μ nach links, so dafs der Schenkel x y wieder parallel zur Abszissenachse und das s/V-Diagramm in die mit ausgezogenen Linien dargestellte Lage a_1 b_1 c_1 e_1 kommt, seine Umgrenzungslinie bekommt dabei den neuen Schnittpunkt d_1 mit der Abszissenachse, der nunmehr als Drehpunkt für die weitere Rechtsschwenkung in die gestrichelte Lage a_2 b'_1 c'_1 e'_1 dient; bei dieser Schwenkung wird Punkt a_2 als weiterer Punkt der Geschwindigkeitsweglinie gewonnen. Schwenkt man um Punkt a_2 nach links, so ergibt sich als neuer Drehpunkt für die Rechtsschwenkung des s/V-Diagramms der Punkt d_2 auf der Abzsissenachse und so fort.

Auf diese Weise ergeben sich nacheinander die Punkte a_3, a_4, a_5 und a_6, letzterer kurz vor dem Gefällwechsel. Der nächste Punkt würde bei voller Ausschwingung des s/V-Diagramms nach a'_7 also über den Neigungswechsel hinausfallen: man nimmt nun als Kurvenpunkt a_7 entweder den Schnitt der Verbindung a_6—a'_7 mit der Ordinate des Neigungswechsels. oder man sucht den Punkt a_7 unmittelbar, indem man mit dem s/V-Diagramm nach Augenmafs eine kleinere Schwenkung um die Mittellage ausführt.

In a_7 setzt die Steigung von 8 ‰ an, das s/V-Diagramm wird in diesem Punkt nun nicht mehr mit dem 0-Punkt angelegt, sondern mit dem der Steigung 8 ‰ entsprechenden Punkt auf der Ordinatenachse. Diese Stellung des Diagramms ist durch die Buchstaben α_7 b_7 c_7 e_7 gekennzeichnet. Der Schnitt der Umgrenzungslinie mit der Abszissenachse fällt nach d_7, dem Drehpunkt für die nunmehr auszuführende Schwenkung. Der Punkt 8 ‰ auf der Ordinatenachse des s/V-Diagramms kommt dabei nach a_8 (dem nächsten Punkt der Geschwindigkeitsweglinie), während das s/V-Diagramm selbst in die gestrichelte Lage α'_7 b'_7 c'_7 e'_7 gelangt. In gleicher Weise werden unter Verwendung des Punktes 8 ‰ auf der Ordinatenachse des s/V-Diagramms die Punkte a_9 bis a_{12} gefunden, für den auf den Neigungswechsel fallenden Punkt a_{13} gilt das vorher beim Punkt a_7 Gesagte.

In a_{13} wird wieder das s/V-Diagramm mit dem 0-Punkt, da wagrechte Strecke, in der Lage a_{13} b_{13} c_{13} e_{13} angelegt. durch Rechtsdrehung um Punkt d_{13} wird Kurvenpunkt a_{14} gefunden, der grade mit dem Neigungswechsel zusammenfällt. Hier beginnt ein Gefälle von 3 ‰. Soll dies Gefälle für Ermittlung der Beschleunigung mit ausgenutzt werden, so wird das s/V-Diagramm mit dem Punkt — 3 ‰ der Ordinatenachse in a_{14} angelegt; Lage des Diagramms: α_{14} b_{14} c_{14} e_{14}. Durch Rechtsdrehung um d_{14} kommt es in die Lage α'_{14} b'_{14} c'_{14} e'_{14} und es wird der neue Kurvenpunkt a_{15} gewonnen. Ebenso wird der Punkt a_{16} gefunden, der auf die Linie der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit fällt. Mit der Höchstgeschwindigkeit wird die Fahrt fortgesetzt bis zum Punkt a_{17}, wo der Dampf abgestellt werden soll. Für die Ermittlung der Auslaufkurve ist unterhalb der 0-Linie des s/V-Diagramms der Widerstand für die

Tonne Gesamtzuggewicht nach der Formel $w = 2{,}4 + \frac{V^2}{1300}$ für die verschiedenen Geschwindigkeiten aufgetragen.

Da der Auslauf in der Wagrechten stattfindet, wird der 0-Punkt des s/V-Diagramms in a_{17} angelegt; d_{17} als der Schnittpunkt der Kurve der Verzögerungskräfte mit der Abszissenachse dient als Drehpunkt für die Rechtsdrehung, dabei wird a_{18} als neuer Punkt der Geschwindigkeitsweglinie gefunden. In derselben Weise wird der weitere Punkt a'_{19} ermittelt.

Zur Ermittlung des Bremsweges und des Verlaufs der Geschwindigkeit bei der Bremsung wird eine Schablone verwendet, auf welcher die Parabel der Bremsbewegung unter Annahme einer bestimmten Verzögerung (im vorliegenden Fall 0,3 m/sek²) vorgezeichnet ist. Diese wird im Endpunkt der Fahrt in gehöriger Lage angelegt und schneidet dann die Auslaufkurve im Punkte a_{19}, wo das Bremsen zu beginnen hat.

Für die Fahrt in entgegengesetzter Richtung wird die Geschwindigkeitsweglinie unterhalb der Angaben des Längsschnitts der Strecke aufgetragen.

Durch die Eintragungen der verschiedenen Stellungen des s/V-Diagramms erscheint die Darstellung ziemlich unübersichtlich, diese Eintragungen sind aber nur zur Unterstützung der sonst schwierigen Beschreibung des Verfahrens gemacht; in Wirklichkeit werden nur die Kurvenpunkte durchgestochen und bezeichnet und die Handhabung des Verfahrens ist sehr einfach. In Abb. 3 Tafel 9 ist das Fahrschaubild für die Hin- und Rückfahrt nochmal ohne die eingetragenen Stellungen des s/V-Diagramms dargestellt.

Zur Ermittlung der Fahrzeiten aus der Geschwindigkeitsweglinie dient der Zeitwinkel τ, der zweckmäfsig auf Zelluloid eingeritzt wird und dessen rechtsseitiger Schenkel eine freie Kante hat, damit an ihm, wie an einem Lineal auf dem darunterliegenden Fahrschaubild die Zeitpunkte eingerissen werden können.

Bei 60 km Geschwindigkeit wird in einer Minute ein Weg von 1 km, in einer halben Minute also von 500 m zurückgelegt. Bei den gewählten Mafsstäben 1 km = 20 mm und 1 km/Std. = 1 mm mufs für den halben Zeitwinkel (entsprechend ½ Zeitminute) sein: $\operatorname{tg}\frac{\tau}{2} = \frac{10}{60} = \frac{1}{6}$.

Für eine viertel Minute $= \frac{5}{60} = \frac{1}{12}$.

Die Anwendung des Zeitwinkels ist in Abb. 3 angedeutet; überschiefsende Teile von halben Minuten werden nach dem Augenmafs abgeschätzt, oder in der in Abb. 3 angegebenen Weise mit einem sogenannten Mefskeil ermittelt. Der erste Schnitt des Zeitwinkels würde, wenn der Winkel in der sonst gewöhnlichen Lage benutzt würde, ziemlich flach ausfallen. Um dies zu vermeiden, wird für den ersten Schnittpunkt mit der Anfahrkurve der Scheitel des Zeitwinkels in den ersten Drehpunkt d_0 des s/V-Diagramms gelegt, wie in Abb. 3, Tafel 9 angegeben.

b) Beweis.

In dem nachstehenden Beweis bedeuten die in eckige Klammern gesetzten Gröfsen die Mafsstrecken der betr. Zahlengröfsen. Der Mafsstab für die Geschwindigkeit 1 km/Std. ist $\alpha = 1$ mm,
» » » den Weg 1 m » $\beta = 0{,}02$ »
» » » die beschleunigende Kraft 1 kg/t » $\gamma = 6$ »

Es ist dann $[V] = V \cdot \alpha$ oder $V = \frac{[V]}{\alpha}$

$$[l] = l\beta \quad \text{oder} \quad l = \frac{[l]}{\beta}$$

$$[p] = p\gamma \quad \text{oder} \quad p = \frac{[p]}{\gamma}$$

OR (Textabb. 3) sei ein Stück der Geschwindigkeitsweglinie, a'_4 der Kurvenpunkt in der Mittellage des s/V-Diagramms zwischen den Punkten a_4 und a_5; a'_4d ist dann die Normale im Kurvenpunkt a'_4. Wegen der Ähnlichkeit der Dreiecke a'_4fa_5 und a'_4gd ist

$$\frac{[dV]}{[dl]} = \lim\frac{[\varDelta V]}{[\varDelta l]} = \frac{[gd]}{[ga'_4]} = \frac{[gd]}{[V]} = \frac{[\sigma]}{[V]}.$$

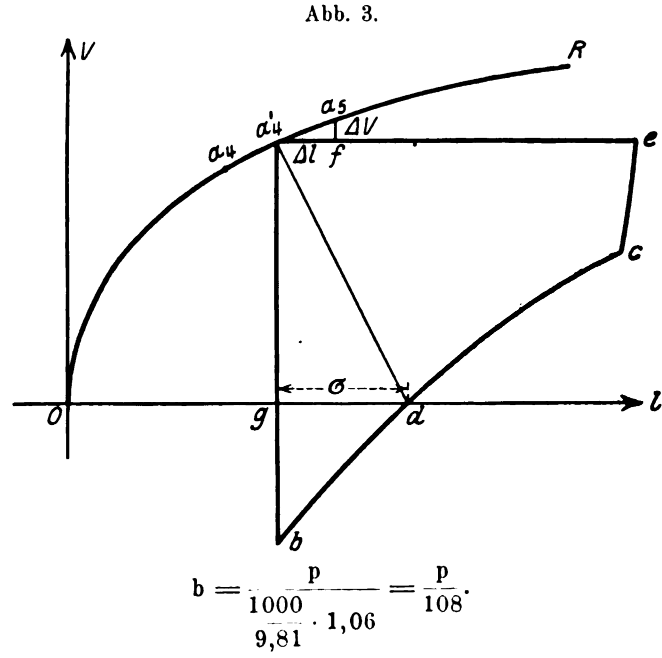
$\frac{[dV]}{[dl]}$ läfst sich, wie folgt umformen:

$$\frac{[dV]}{[dl]} = \frac{dV.\alpha}{dl.\beta} = \frac{3{,}6\,dv}{dl}\cdot\frac{\alpha}{\beta} = 3{,}6\frac{dv}{dt}\cdot\frac{dt}{dl}\cdot\frac{\alpha}{\beta} = 3{,}6\frac{b}{v}\cdot\frac{\alpha}{\beta}$$

$$= 3{,}6\frac{b}{V:3{,}6}\cdot\frac{\alpha}{\beta} = 3{,}6^2\frac{b}{V}\cdot\frac{\alpha}{\beta}.$$

Nach der dynamischen Grundgleichung ist Masse × Beschleunigung = Kraft; also Beschleunigung = Kraft durch Masse (und zwar in kg, m und Sek.). Da das Zuggewicht in Tonnen gerechnet wird, mufs die Masse einer Tonne eingesetzt werden; das ist $\frac{1000}{9{,}81}\cdot 1{,}06$, wobei der Faktor 1,06 (6 % Zuschlag) dem Einflufs der umlaufenden Radmassen, die eine scheinbare Vergröfserung der Masse bewirken, Rechnung trägt. Die Beschleunigung berechnet sich dann

Abb. 3.



$$b = \frac{p}{\frac{1000}{9{,}81}\cdot 1{,}06} = \frac{p}{108}.$$

Setzt man dies in die vorige Gleichung ein, so ergibt sich

$$\frac{[dV]}{[dl]} = \lim\frac{[\varDelta V]}{[\varDelta l]} = \frac{3{,}6^2\alpha}{108\,\beta}\cdot\frac{p}{V} = \frac{3{,}6^2\alpha}{108\,\beta}\frac{\frac{[p]}{\gamma}}{\frac{[V]}{\alpha}} =$$

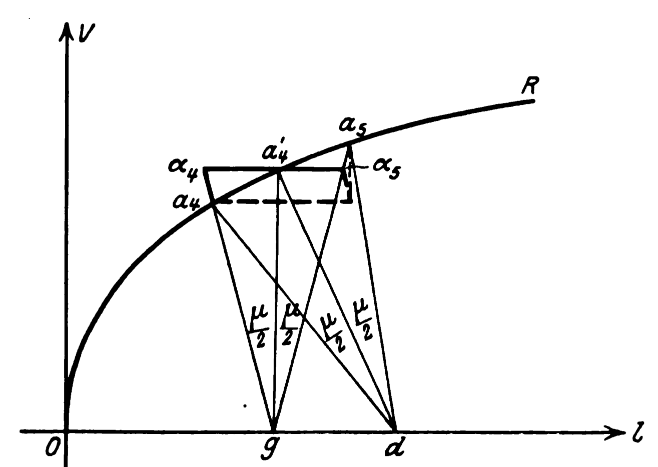
$$= \frac{3{,}6^2\alpha^2}{108\,\beta\gamma}\cdot\frac{[p]}{[V]} = \frac{[\sigma]}{[V]}.$$

Wird der Mafsstab γ so gewählt, dafs der Faktor $\frac{3{,}6^2\alpha^2}{108\,\beta\gamma} = 1$ wird, so kann die aus dem s/V-Diagramm zu entnehmende beschleunigende Kraft p, die dort derselben Geschwindigkeit entspricht wie die im Punkt a_4 im Geschwindigkeitswegdiagramm unmittelbar als Subnormale σ verwendet werden. Es mufs also sein $\gamma = \frac{3{,}6^2}{108}\frac{\alpha^2}{\beta} = \frac{0{,}12\,.\,1\,.\,1}{0{,}02} = 6$ mm. Da dies tatsächlich der für p gewählte Mafsstab ist, so ist damit bewiesen, dafs in den Mittellagen des s/V-Diagramms die nach der dynamischen Grundgleichung richtige Beziehung zwischen der Geschwindigkeit, der Geschwindigkeitszunahme und der beschleunigenden Kraft dargestellt wird, wenn die die letztere darstellende Strecke als Subnormale verwendet wird. Es mufs

nun noch bewiesen werden, dafs durch die Schwenkungen des s/V-Diagramms um die Drehpunkte d ein richtiger Fortschritt in Richtung der Wegachse herbeigeführt wird.

Wenn das s/V-Diagramm (Textabb. 4) um den Punkt d nach rechts und links um den Winkel $\frac{\mu}{2}$ geschwenkt wird, so weichen $a_4 g$ bezw. $a_5 g$ von $a'_4 g$ um denselben $\sphericalangle \frac{\mu}{2}$ ab, wie $a_4 d$ und $a_5 d$ von $a'_4 d$, da es Graden auf demselben gedrehten Körper sind. Winkel $a_4 g a_5$ ist also gleich dem Winkel $a_4 d a_5$.


Abb. 4.



Aus dem gleichschenkligen Dreieck $a_4 g a_5$ ergibt sich, wenn man die Geschwindigkeit in a'_4 mit Vm bezeichnet,

1. $a_4 a_5 = [\Delta L] = [Vm]\, 2 \operatorname{tg} \frac{\mu}{2}$ (ΔL-Zunahme des Weges in **km**).

Andererseits ist $\frac{\Delta L}{\Delta T} = \frac{Vm}{60}$ (ΔT = Zeitzuwachs in Min.) also $\Delta L = \frac{Vm \cdot \Delta T}{60}$. Bezeichnet man den Mafsstab für L(km) mit β_1, so ist $\frac{[\Delta L]}{\beta_1} = \frac{[Vm]}{\alpha} \frac{\Delta T}{60}$, also

2. $[\Delta L] = [Vm] \frac{\beta_1 \Delta T}{\alpha\, 60}$.

Setzt man die rechten Seiten der Gleichungen 1 und 2 gleich, so ist $[Vm]\, 2 \operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = [Vm] \frac{\beta_1}{\alpha} \frac{\Delta T}{60}$.

$$\text{Also } \Delta T = 2 \operatorname{tg} \frac{\mu}{2}\, 60 \frac{\alpha}{\beta_1}$$

$\alpha = 1$ mm,

$\beta_1 = 1000\, \beta = 1000 \cdot 0{,}02 = 20$ mm.

Z. B. ergibt sich für einen Winkel $\frac{\mu}{2}$, für den $\operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = \frac{1}{6}$ ist,

$$\Delta T = 2 \frac{1}{6}\, 60 \cdot \frac{1}{20} = 1 \text{ Minute.}$$

Jedem Winkel $\frac{\mu}{2}$, um den das s/V-Diagramm um den Drehpunkt d nach rechts und links geschwenkt wird, entspricht ein bestimmtes ΔT, die Projektion des zwischen den beiden Endlagen des Punktes a befindlichen Kurvenstückes (ΔL) ist dabei stets $= \frac{Vm\, \Delta T}{60}$. Damit ist bewiesen, dafs durch die Schwenkungen des s/V-Diagramms um die Punkte d ein richtiger Fortschritt in der Richtung der Wegachse herbeigeführt wird.

Würde man den Ausschwingewinkel μ gleich dem Zeitwinkel τ nehmen, so würden die Kurvenpunkte a_0, a_1, a_2 usw. unmittelbar im Zeitabstand von 1 Minute (bzw. $^1/_2$ Min.) gefunden werden können und die besondere Ausmittlung der Geschwindigkeitsweglinie mit dem Zeitwinkel könnte dann entfallen.

Der Verfasser des Verfahrens empfiehlt jedoch die Anwendung eines besonderen Ausschwingewinkels und nachträgliche Ausmittlung durch den Zeitwinkel, weil man dabei rascher zum Ziel kommt und ein genaueres Ergebnis hat. Es ist dann nämlich nicht nötig, besonders genau darauf zu achten, dafs das s/V-Diagramm jedesmal bis in seine Endlagen geschwenkt wird, da die Form der Geschwindigkeitsweglinie dadurch nicht wesentlich beeinträchtigt wird, während die gleichzeitige Zeitermittlung ein durchaus genaues Schwenken bis in die Endlagen erfordern würde.

2. Verfahren des Regierungsbaurats Dr. Ing. Müller in Berlin.

(Tafel 10.)

a) Anweisung.

Bei dem Verfahren wird eine Zeitlinie über dem Wege aufgezeichnet.

Das s/V-Diagramm (Taf. 10, Abb. 1) ist aufzuzeichnen im Mafsstab für s . . . 1 ‰ = 10 mm,

» V . . . 1 km/Std. = 2 mm; bei der vorgeschriebenen Geschwindigkeit von 75 km/Std. wird eine senkrechte Grenzlinie gezogen. Für die Herstellung der Zeitweglinie (Taf. 10, Abb. 2) sind, am zweckmäfsigsten auf Millimeterpapier, die Streckenlängen im Mafsstab 1 km = 20 mm auf der Abszissenachse aufzutragen, die Neigungsverhältnisse darunter anzudeuten und in den Neigungswechseln, Stationen, Blockstellen usw. Ordinaten zu errichten. Auf der Ordinatenachse sind die Zeiten im Mafsstab 1 Minute = 10 mm aufzutragen.

Aufserdem ist für die Anwendung des Verfahrens noch eine aus Karton oder Zelluloid herzustellende Schablone nach Textabb. 5 oder 6 erforderlich. Die Spitzenwinkel μ der beiden gleichschenkligen Dreiecke dieser Schablonen sind so zu wählen, dafs bei dem spitzeren, das für einen Zeitzuwachs $\Delta T = 1$ Minute gebraucht wird, $\operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = \frac{1}{5}$, für das stumpfere, das für einen Zeitzuwachs $\Delta T = 2$ Minuten dient, $\operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = \frac{2}{5}$ genommen wird.

Die Verwendung der Schablone ergibt sich aus dem nachstehenden. Das Dreieck für $\Delta T = 1$ Minute wird mit der Grundlinie an der Reifsschine, also parallel zur Abszissenachse, so auf das s/V-Diagramm aufgelegt, dafs die Spitze des Scheitelwinkels auf die s/V-Kurve (Punkt B_1) zu liegen kommt, während der linke Schenkel des gleichschenkligen Dreiecks durch den Punkt 0 ‰ geht, da das Anfahren in der Wagerechten erfolgt; diese Lage 1 des Dreiecks ist in Tafel 10 Abb. 1 kenntlich gemacht. Reifst man dann an der Höhe des Dreiecks den Schnittpunkt 1 auf der Abszissenachse an und an der anderen Schenkelseite den Punkt 1′, so stellt die Strecke 0 1′ den Geschwindigkeitszuwachs in der ersten Minute und gleichzeitig die Endgeschwindigkeit am Schlufs der ersten Minute, die Strecke 0 1 die mittlere Geschwindigkeit in der ersten Minute dar.

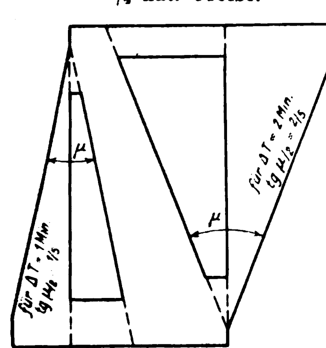
Die zweite Lage des Dreiecks wird durch die Punkte 1′ B_2 2′ gekennzeichnet; 1′ 2′ ist der Geschwindigkeitszuwachs in der zweiten Minute, 0 2′ die Endgeschwindigkeit am Ende der zweiten Minute und 0 2 die mittlere Geschwindigkeit in der zweiten Minute.

Mit zunehmender Geschwindigkeit wird der Geschwindigkeitszuwachs in der Zeiteinheit kleiner, zur Beschleunigung der Arbeit kann alsdann ohne wesentliche Beeinträchtigung der Genauigkeit mit dem dem Zeitzuwachs $\Delta T = 2$ Minuten entsprechenden stumpferen Dreieck gearbeitet werden. Im vorliegenden Fall ist das stumpfere Dreieck mit dem einen Schenkel

an Punkt 2' gelegt, seine Spitze kommt nach B_3 zu liegen; an der anderen Schenkelseite wird der Punkt 3', an der Höhe der Punkt 3 auf der Abszissenachse angerissen. Die Strecke 2—3 stellt dann den Geschwindigkeitszuwachs vom Ende der zweiten bis zum Ende der vierten Minute dar, die Strecke O 3 die mittlere Geschwindigkeit dieses Zeitraumes und die Strecke O 3' die Endgeschwindigkeit am Schlufs der vierten Minute.

Man nimmt nun im s/V-Diagramm einen Pol P in der Entfernung von 60 mm unterhalb der O-Linie an und zieht nach den Punkten 1, 2, 3, welche die mittleren Geschwindigkeiten in den angenommenen Zeitabschnitten angeben, die Polstrahlen. Alsdann zieht man in Abb. 2 Tafel 10 vom Punkt A beginnend eine Parallele zum Polstrahl P 1 bis zum Schnittpunkt (I) mit der Minutenlinie 1, ferner von diesem Punkt eine Parallele zum Polstrahl P 2 bis zum Schnittpunkt (II) mit der Minutenlinie 2 und weiter von diesem Punkt eine Parallele zum Polstrahl P 3 bis zum Schnittpunkt (III') mit der Minutenlinie 4. Diese Parallele schneidet die Ordinate des Neigungswechsels bereits vor demAblauf des Zeitzuwachses Δ T = 2 Minuten im Punkt III. Um die Geschwindigkeit im Neigungswechsel zu erhalten, teilt man den Geschwindigkeitszuwachs 2' 3' (im s/V-Diagramm) nach Augenmafs im Verhältnis der Strecken II III zu II III' (in der Zeitweglinie) und erhält dadurch im s/V-Diagramm den Punkt 3'', der die im Neigungswechsel erreichte Geschwindigkeit kennzeichnet. Dieser Punkt wird durch eine Senkrechte nach oben auf die Wagrechte für die Steigung 8‰, in welche jetzt eingefahren wird, übertragen. Der neue Punkt 3'' liegt oberhalb der Linie des s/V-Diagramms, ein Zeichen dafür, dafs jetzt Verzögerung eintritt.

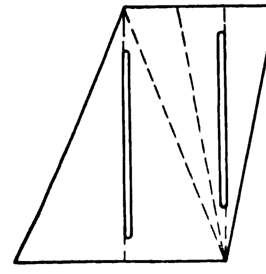
Abb. 5. Kartonschablone. 1/4 nat. Gröfse.



Das Dreieck für Δ T = 2 Minuten wird jetzt auf den Kopf gestellt, seine Spitze fällt nach B_4, auf der Wagrechten für 8‰ werden die Punkte 4 und 4' gefunden, Punkt 4 wird senkrecht nach unten auf die Abszissenachse übertragen, der Polstrahl P 4 gezogen und zu diesem eine Parallele III IV in Abb. 2. Der Punkt IV liegt dabei um dasselbe Stück unter der Minutenlinie 6, wie Punkt III unter der Minutenlinie 4, so dafs die senkrechte Entfernung von III und IV wieder dem Zeitzuwachs von 2 Minuten entspricht.

Von Punkt 4' im s/V-Diagramm ausgehend werden dann unter Benutzung des Dreiecks für Δ T = 1 Minute die Punkte 5 und 5' gefunden; Punkt 5 wird auf die Abszissenachse übertragen und in Abb. 2 die Strecke IV V parallel zum Polstrahl P 5 gezogen. Da die durch den Punkt 5 im s/V-Diagramm gekennzeichnete Geschwindigkeit sich ziemlich der Grenzgeschwindigkeit nähert, die auf der Steigung 8‰ dauernd innegehalten werden kann, so kann ohne erheblichen Fehler angenommen werden, dafs das kurze Wegstück bis zum nächsten Neigungswechsel mit derselben Geschwindigkeit zurückgelegt wird, die Strecke IV V wird daher bis zum Neigungswechsel gradlinig durchgezogen. Der dadurch gewonnene weitere Punkt V' fällt zufällig grade auf die Minutenlinie 7.

Abb. 6. Zelluloidschablone, 1/4 nat. Gröfse.



Bei Einfahrt in die Wagrechte tritt nun wieder Beschleunigung ein; das Dreieck für Δ T = 1 Minute wird in der Lage 5' B_6 6' angelegt, die mittlere Geschwindigkeit gibt der Punkt 6 auf der O-Linie an. Eine Parallele zum Polstrahl P 6 schneidet die Minutenlinie 8 in VI'. Die im Neigungswechsel erreichte Geschwindigkeit wird wie vorher bei Punkt III nach Augenmafs ermittelt, sie wird durch den Punkt 6'' im s/V-Diagramm dargestellt.

Beim Einfahren in das Gefälle von 3‰ soll die Wirkung dieses Gefälles für die Beschleunigung mit berücksichtigt werden. Punkt 6'' wird daher durch eine Senkrechte auf die Wagrechte für — 3‰ übertragen. An den so gefundenen Punkt 6'' wird das Dreieck für Δ T = 1 Minute angelegt, damit werden die Punkte 7 und 7' gefunden. Eine Parallele zum Polstrahl P 7 ergibt die Strecke VI VII der Zeitweglinie. Am Ende dieses Zeitzuwachses (Punkt 7' im s/V-Diagramm) wird die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit von 75 km erreicht, vom Punkte VII aus verläuft die Zeitweglinie daher parallel zu dem nach dem Punkt für 75 km des s/V-Diagramms gezogenen Polstrahl und erreicht die Ordinate des letzten Streckenabschnitts in Punkt IX' bei 11,85 Minuten = 11 Minuten 51 Sekunden, dies würde die Durchfahrzeit für Station B sein, wenn der Zug dort nicht hielte. Die Schlufsordinate erhält nun noch einen Zeitzuschlag für das Bremsen, dieser ist gleich der Hälfte der Bremszeit $= \frac{t}{2} = \frac{1}{2} \frac{V}{3{,}6 \, . \, b}$ Sek., worin b die Verzögerung in m/Sek.² ist, diese wird zu 0,3 m/Sek.² angenommen.

Der Zeitzuschlag beträgt also $\frac{75}{2 \, . \, 3{,}6 \, . \, 0{,}3} = 35$ Sek.

Die Gesamtfahrzeit von A nach B (mit Halten in B) ergibt sich also zu 12 Min. 26 Sek. (Punkt IX der Zeitweglinie). Der Bremsweg in m ist

$$l = \frac{V^2}{2 \, . \, 3{,}6^2 \, . \, b} = \frac{75^2}{2 \, . \, 3{,}6^2 \, . \, 0{,}3} = 720 \text{ m.}$$

Trägt man diesen von der Endordinate aus in wagrechter Richtung rückwärts ab, so erhält man auf der Zeitweglinie den Punkt VIII. Die Verbindungslinie VIII IX stellt dann den Verlauf der Fahrt auf der Bremsstrecke dar.

Zur Übertragung der Richtung der Polstrahlen vom s/V-Diagramm (Abb. 1) in die Zeitweglinie (Abb. 2) benutzt Dr. Müller ein verstellbares Winkelmafs der in Tafel 10, Abb. 3 dargestellten Form. Dadurch, dafs der Drehpunkt des beweglichen Schenkels 60 mm von der oberen Kante des Lineals entfernt liegt, ist es möglich die Neigung der Polstrahlen einzustellen, ohne dafs der Pol und die Polstrahlen im s/V-Diagramm eingezeichnet zu werden brauchen.

Auch die einzelnen Dreiecke (O B_1 1', 1' B_2 2' usw.) werden bei der praktischen Verwendung des Verfahrens nicht eingezeichnet, sondern nur die Punkte 1, 1', 2, 2' usw. auf der Abszissenachse bzw. auf der Wagrechten der betr. Steigung angerissen; die Dreiecke sind in Abb. 1 nur angedeutet, um die Anweisung verständlicher zu machen.

Auf die Ermittlung der genauen Geschwindigkeit an den Neigungswechseln, wie bei den Punkten III und V beschrieben, kann im allgemeinen verzichtet werden und die in einem Neigungsabschnitt ermittelte Zeitweglinie unbedenklich über den Neigungswechsel bis zur nächsten Minutenlinie fortgesetzt werden. Der damit verbundene Fehler ist ganz geringfügig; die Arbeit wird dadurch aber wesentlich vereinfacht und beschleunigt.

b. Beweis.

Nach dem dynamischen Grundgesetz ist Masse × Beschleunigung = Kraft, also Beschleunigung = Kraft durch Masse (und zwar in kg, m und Sek.)

Da das Zuggewicht in Tonnen gerechnet wird, mufs die Masse einer Tonne eingesetzt werden; diese ist $= \frac{1000}{9{,}81} . 1{,}06$,

wobei der Faktor 1,06 (also ein Zuschlag von 6%) dem Einflufs der umlaufenden Radmassen, die eine scheinbare Vergröfserung der Masse bewirken, Rechnung trägt.

Die Beschleunigung berechnet sich dann,

$$b = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{p}{\frac{1000}{9,81} \cdot 1,06} = \frac{p}{108};$$

b in m/Sek.²
Δ v in m/Sek.
Δ t in Sek.
p in kg (für 1 Tonne Gesamtzuggewicht).

Für $\Delta t = 1$ Sek. wird $\frac{\Delta v}{1} = \Delta v = \frac{p}{108}$

für $\Delta t = 1$ Min., wird Δ v also 60 mal so grofs, $\Delta v = 60 \frac{p}{108}$

Wird statt der Geschwindigkeit v in m/Sek. die Geschwindigkeit V in km/Std. eingeführt, wobei $v = \frac{V}{3,6}$ ist, so wird

$$\frac{\Delta V}{3,6} = \frac{60\,p}{108}$$

also $\Delta V = \frac{60 \cdot 3,6}{108}\,p = \frac{216}{108}\,p = 2\,p.$

Die Zunahme der in km/Std. ausgedrückten Geschwindigkeit im Verlauf einer Minute ist also doppelt so grofs als die für die Beschleunigung zur Verfügung stehende Kraft, die nach den Ausführungen unter „Allgemeines" aus dem s/V-Diagramm für jeden Bewegungszustand entnommen werden kann. Wenn z. B. beim Anfahren des angenommenen Zuges in der ersten Minute eine mittlere Beschleunigungskraft von 15,8 kg für die Tonne Gesamtzuggewicht zur Verfügung steht, so beträgt die Geschwindigkeitszunahme in der ersten Minute $2 \times 15,8 = 31,6$ km/Std.; dies ist gleichzeitig die Endgeschwindigkeit der ersten Minute, ihre mittlere Geschwindigkeit ist $\frac{31,6}{2} = 15,8$ km/Std.

In der zweiten Minute, wo eine mittlere Beschleunigungskraft von 9,3 kg/t zur Verfügung steht, wächst die Geschwindigkeit um $2 \times 9,3 = 18,6$ km/Std.; die Endgeschwindigkeit der zweiten Minute wird also $31,6 + 18,6 = 50,2$, ihre mittlere Geschwindigkeit $31,6 + \frac{18,6}{2} = 40,9$ km/Std.

Bei Annahme eines Zeitzuwachses von 2 Minuten wird der Geschwindigkeitszuwachs doppelt so grofs, also = 4 p. In dem Zeitraum vom Ende der zweiten bis zum Ende der vierten Minute beträgt er bei einer Beschleunigungskraft von 5,1 kg/t: $4 \times 5,1 = 20,4$. Die Endgeschwindigkeit nach der vierten Minute wird also $50,2 + 20,4 = 70,6$ km/Std., die mittlere Geschwindigkeit dieses Zeitraumes d. h. die Geschwindigkeit am Ende der dritten Minute $50,2 + \frac{20,4}{2} = 60,4$ km/Std.

Fällt der durch Übertragung auf eine Neigungswagrechte gewonnene Punkt der Anfangsgeschwindigkeit eines neuen Zeitabschnittes **über** die Linie des s/V-Diagramms, wie z. B. der Punkt 3" auf der Wagrechten durch die Steigung 8‰, so wird die Beschleunigungskraft negativ = — 3,2 kg/t und es tritt Verzögerung ein.

Abb. 7.

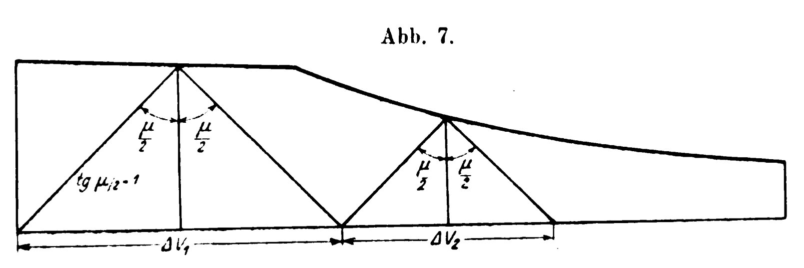
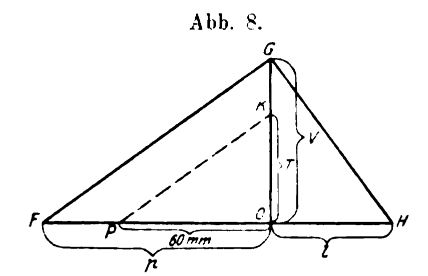


Abb. 8.



Die Anfangsgeschwindigkeit für den der Strecke III IV der Zeitweglinie entsprechenden Zeitraum von 2 Minuten beträgt 69 km/Std. entsprechend der Strecke O 3" auf der Abszissenachse des s/V-Diagramms. In dem betrachteten Zeitraum von 2 Minuten findet also eine Geschwindigkeitsabnahme statt von $4 \times 3,2 = 12,8$ km/Std., die Endgeschwindigkeit wird $69 - 12,8 = 56,2$ km/Std., die mittlere Geschwindigkeit $69 - \frac{12,8}{2} = 62,6$ km/Std. usw.

Beim Fahren auf gleichbleibender Steigung nähert sich die Geschwindigkeit asymptotisch der aus dem s/V-Diagramm zu entnehmenden Grenzgeschwindigkeit für die betreffende Steigung, welche die Lokomotive mit der gegebenen Zuglast dauernd auf dieser Steigung leisten kann. —

Würde man im s/V-Diagramm die Steigungen in ‰ und die Geschwindigkeiten in km/Std. im gleichen Mafsstabe darstellen, also 1‰ Steigung so lang wie 1 km/Std. machen, wobei sich ein langgestrecktes s/V-Diagramm (Textabbildung 7) ergeben würde, so würde sich die Beziehung zwischen dem Geschwindigkeitszuwachs **in einer Minute** und der mittleren Beschleunigungskraft durch ein rechtwinklig gleichschenkliges Dreieck mit eingezeichneter Höhe darstellen lassen.

Da in Wirklichkeit der Mafsstab für die Geschwindigkeit nur $^1/_5$ des Mafsstabes der Steigungen ist, so schiebt sich das s/V-Diagramm und das Zeitdreieck in wagrechter Richtung auf $^1/_5$ zusammen. Die Tangente des halben Spitzenwinkels (für $\Delta T = 1$ Minute) wird also statt $1 - {}^1/_5$. Für das Zeitdreieck für 2 Minuten ist sie doppelt so grofs $= {}^2/_5$.

In Tafel 10 Abb. 1 und 2 sind durch Schraffur die Dreiecke O 2 P und I d II hervorgehoben, diese sind ähnlich, da ihre Seiten parallel sind; es ist daher

$$\frac{I\,d}{II\,d} = \frac{O\,2}{O\,P}$$

I d ist der Zuwachs des Weges (Δ l) in dem Zeitzuwachs II d = Δ T; O 2 ist die mittlere Geschwindigkeit Vm während des Zeitraumes Δ T; O P ist der Polabstand = 60 mm.

Es ist also $\frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{Vm}{60}$ oder

$$\Delta l = \frac{Vm}{60} \Delta T$$

Wenn ein Zug mit einer mittleren Geschwindigkeit von Vm km/Std. fährt, so legt er in der Stunde einen Weg von Vm km zurück, also in der Minute einen solchen von $\frac{Vm}{60}$. In der Zeit Δ T Minuten beträgt der Weg

$$\Delta l = \frac{Vm}{60} \Delta T$$

Durch Ziehen der Parallelen zu den Polstrahlen von einer Zeitlinie zur andern, wird also der Zuwachs des Weges entsprechend der Geschwindigkeit und dem Zeitzuwachs richtig ermittelt.



3. Verfahren des Oberregierungsbaurats Strahl, Berlin.
Tafel 11.

a) Anweisung.

Bei dem Verfahren wird gleichzeitig eine Geschwindigkeitslinie und eine Zeitlinie, beide über dem Wege, aufgezeichnet.

Das s/V-Diagramm (Tafel 11, Abb. 1) ist aufzuzeichnen im Mafsstab für s . . . 1 ‰ = 12 mm,
« V . . . 1 km/Std. = 2 mm.

Für die Herstellung der Geschwindigkeitsweglinie und der Zeitweglinie (Tafel 11, Abb. 2) sind, am zweckmäfsigsten auf Millimeterpapier, die Streckenlängen im Mafsstab 1 km = 20 mm auf der Abszissenachse aufzutragen, die Geschwindigkeiten für die Geschwindigkeitsweglinie im Mafsstab 1 km/Std. = 1 mm auf der Ordinatenachse und daneben die Zeiten für die Zeitweglinie im Mafsstab 1 Minute = 10 mm.

Unter der Abszissenachse sind die Neigungsverhältnisse anzudeuten und in den Neigungswechseln, Stationen und Blockstellen Ordinaten zu errichten. Das Verfahren besteht nun darin, dafs Geschwindigkeitsänderungen bestimmter Gröfse angenommen und für diese Geschwindigkeitsabschnitte zeichnerisch die zugehörigen Wege und aus diesen die zugehörigen Zeiten ermittelt werden.

Als erster Geschwindigkeitsabschnitt wird der Geschwindigkeitszuwachs von 0 bis 10 km/Std. betrachtet, dessen mittlere Geschwindigkeit 5 km/Std. ist. Vom 0-Punkt des s/V-Diagramms wird ein Strahl nach dem Punkt B_1 gezogen, in welchem die Geschwindigkeitsordinate für 5 km/Std. die s/V-Linie schneidet, ein zweiter Strahl wird von dem 60 mm unter der Abszissenachse liegenden Pol nach dem Punkt 5 km/Std. auf der Abszissenachse gezogen.

In Abb. 2 ergibt eine Parallele zum Strahl OB_1 bis zum Schnittpunkt mit der Wagrechten für 10 km Geschwindigkeit den Punkt a_1 der Geschwindigkeitsweglinie; eine Senkrechte durch Punkt a_1 und eine Parallele zum Polstrahl P . 5 schneiden sich im Punkt b_1 (dem ersten Punkt der Zeitweglinie).

Als zweiter Geschwindigkeitsabschnitt wird der Geschwindigkeitszuwachs von 10 auf 20 km/Std. untersucht, dessen mittlere Geschwindigkeit 15 km/Std. ist. Eine Parallele in Abb. 2 zum Strahl OB_2 schneidet die Wagrechte für 20 km Geschwindigkeit im Punkt a_2 der Geschwindigkeitsweglinie; senkrecht darunter im Schnittpunkt mit einer Parallelen zum Polstrahl P 1 5 liegt Punkt b_2 der Zeitweglinie.

In derselben Weise werden die Punkte a_3 bis a_7 der Geschwindigkeitsweglinie gefunden, indem Parallelen zu den Strahlen OB_3 bis OB_7 vom zuletzt gefundenen Punkt der Geschwindigkeitsweglinie bis zum Schnittpunkt mit der der Endgeschwindigkeit des untersuchten Abschnitts entsprechenden Geschwindigkeitswagrechten gezogen werden.

Die entsprechenden Punkte b_3 bis b_7 der Zeitweglinie findet man als Schnitte der durch die Punkte a_3 bis a_7 gelegten Senkrechten mit Parallelen zu den Polstrahlen P 2 5, P 3 5, P 4 5, P 5 5 und P 6 5. Der zuletzt auf diese Weise gefundene Punkt a_7 der Geschwindigkeitsweglinie fällt zufällig mit der Ordinate des Neigungswechsels zusammen.

Beim Punkte a_7 fährt der Zug mit 70 km Anfangsgeschwindigkeit in die Steigung von 8 ‰ ein. Da nach dem s/V-Diagramm diese Steigung dauernd nur mit etwa 42 km/Std. befahren werden kann, so tritt von da ab Verzögerung ein.

Als neuer Geschwindigkeitsabschnitt wird die Geschwindigkeitsabnahme von 70 auf 60 km/Std. untersucht. Der mittleren Geschwindigkeit von 65 km entspricht der Punkt B_7 der s/V-Linie, nach diesem Punkt wird ein Strahl von dem Punkte 8 ‰ auf der Ordinatenachse des s/V-Diagramms gezogen und in Abb. 2 eine Parallele dazu vom Punkt a_7, die die Wagrechte für 60 km Geschwindigkeit in a_8 schneidet. Der Punkt b_8 der Zeitweglinie liegt auf dem Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_8 mit einer Parallelen zum Polstrahl P 6 5.

Der nächste Geschwindigkeitsabschnitt geht von 60 bis 50 km; der mittleren Geschwindigkeit von 55 km/Std. entspricht der Punkt B_6 der s/V-Linie. Eine Parallele vom Punkt a_8 in Abb. 2 zu dem vom Punkt 8 ‰ nach B_6 gezogenen Strahl schneidet die Ordinate des Neigungswechsels in a_9 schon vor Erreichung der Wagrechten für die angenommene Endgeschwindigkeit von 50 km, diese wird also nicht erreicht, da im nächsten Abschnitt (wagrechte Strecke) wieder Beschleunigung eintritt; die am Neigungswechsel erreichte Geschwindigkeit beträgt 53 km. Der Punkt b_9 der Zeitweglinie wird wieder als Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_9 mit einer Parallelen zum Polstrahl P 6 5 ermittelt.

Um wieder auf durch 10 teilbare Geschwindigkeitszahlen zu kommen, wird nun der Geschwindigkeitsabschnitt von 53 bis 60 km mit der mittleren Geschwindigkeit von $56^1/_2$ km untersucht und dabei der Punkt a_{10} der Geschwindigkeitsweglinie und der Punkt b_{10} der Zeitweglinie gefunden. Auch Punkt a_{10} fällt wie Punkt a_7 zufällig mit der Ordinate des Neigungswechsels zusammen.

Der nächste Geschwindigkeitsabschnitt geht von 60 auf 70 km, die mittlere Geschwindigkeit beträgt 65 km. Die Fahrt findet im Gefälle von 3 ‰ statt, die Beschleunigung durch das Gefälle soll bei der Ermittlung berücksichtigt werden. Der Strahl nach B_7 wird daher von dem Punkt — 3 ‰ der Ordinatenachse des s/V-Diagramms aus gezogen. Eine Parallele zu diesem Strahl in Abb. 2 von Punkt a_{10} aus ergibt den Punkt a_{11} der Geschwindigkeitsweglinie als Schnittpunkt mit der Wagrechten für die Geschwindigkeit 70 km. Der dazu gehörige Punkt b_{11} der Zeitweglinie wird als Schnitt der Senkrechten durch Punkt a_{11} mit einer Parallelen zum Polstrahl P 6 5 gefunden. Da als Höchstgeschwindigkeit 75 km/Std. angenommen ist, wird als letzter Geschwindigkeitsabschnitt der Zuwachs von 70 bis 75 km untersucht; die mittlere Geschwindigkeit ist 72,5 km. Es werden Punkt a_{12} der Geschwindigkeitsweglinie und Punkt b_{12} der Zeitweglinie gefunden.

Vom Punkt a_{12} aus verläuft die Geschwindigkeitsweglinie wagrecht auf der Höchstgeschwindigkeitslinie; die Zeitweglinie geht parallel zum Polstrahl P 7 5 und würde, wenn Station B durchfahren werden sollte, die Ordinate dieser Station etwa bei der Zeitwagrechten für 12 Minuten schneiden. Da aber in B gehalten werden soll, so wird angenommen, dafs in Punkt a_{13} der Geschwindigkeitsweglinie bzw. Punkt b_{13} der Zeitweglinie der Dampf abgestellt wird.

Für die Ermittlung der Auslaufkurve ist unterhalb der Abszissenachse des s/V-Diagramms der Widerstand für die Tonne Gesamtzuggewicht nach der Formel $W = 2{,}4 + \frac{V^2}{1300}$ für die verschiedenen Geschwindigkeiten aufgetragen. Es wird die Geschwindigkeitsabnahme von 75 auf 70 km mit der mittleren Geschwindigkeit von 72,5 km untersucht. Eine Parallele in Abb. 2 durch Punkt a_{13} zum Strahl OB_{14} des s/V-Diagramms ergibt den Punkt a_{14} der Geschwindigkeitsweglinie als Schnittpunkt mit der Wagrechten für 70 km, darüber wird in bekannter Weise der Punkt b_{14} der Zeitweglinie ermittelt.

Die Untersuchung der Geschwindigkeitsabnahme von 70 auf 60 km würde dann noch den Punkt a_{15}' der Geschwindigkeitsweglinie und den Punkt b_{15}' der Zeitweglinie liefern. Die Polstrahlen nach B_{14} und B_{15} fallen zusammen, die Punkte a_{13}, a_{14} und a_{15}' liegen daher auf einer geraden Linie. Zur Ermittlung des Bremsweges und des Verlaufs der Geschwindigkeitslinie bei der Bremsung wird eine Schablone verwendet, auf der die Parabel der Bremsbewegung unter Annahme einer bestimmten Verzögerung (im vorliegenden Fall 0,3 m/sek²) vorgezeichnet ist. Diese wird am Endpunkt der Fahrt in gehöriger Lage angelegt und schneidet dann die Auslaufkurve im Punkte a_{15}, wo das Bremsen zu beginnen hat.

Die Bremszeit ist $\frac{V}{3{,}6 . 0{,}3} = \frac{V}{1{,}08} = \frac{65}{1{,}08} = 60$ Sek.
Um das diesen 60 Sek. (= 1 Min.) entsprechende Mafs liegt der Endpunkt der Zeitweglinie (b_{16}) höher als Punkt b_{15}.

b) Beweis.

In dem nachstehenden Beweis bedeuten die in eckige Klammern gesetzten Gröfsen die Mafsstrecken der betreffenden Zahlengröfsen.

In der s/V-Kurve (Abb. 1) ist der Mafsstab
für die Geschwindigkeit 1 km/Std. $\alpha = 2$ mm,
« « Steigung 1 ‰ $\gamma = 12$ mm.

In der Geschwindigkeitsweg- und in der Zeitweglinie (Abb. 2) ist der Mafsstab
für die Geschwindigkeit 1 km Std. $\varepsilon = 1$ mm,
« den Weg 1 km $\beta = 20$ mm,
« die Zeit 1 Min. $\mu = 10$ mm.

Es ist besonders zu beachten, dafs für die Geschwindigkeit V zwei verschiedene Mafsstäbe angewandt sind, nämlich in der s/V-Kurve (Abb. 1) $\alpha = 2$ mm und in der Geschwindigkeitsweglinie (Abb. 2) $\varepsilon = 1$ mm.

Es ist dann:

$[V]$ im s/V-Diagramm $= V\alpha$ oder $V = \frac{[V]}{\alpha}$,

$[V]$ in der Geschwindigkeitsweglinie $= V\varepsilon$ oder $V = \frac{[V]}{\varepsilon}$,

$[l] = l\beta$ oder $l = \frac{[l]}{\beta}$,

$[T] = T\mu$ oder $T = \frac{[T]}{\mu}$,

$[p] = p\gamma$ oder $p = \frac{[p]}{\gamma}$.

Die durch Schraffur hervorgehobenen rechtwinkligen Dreiecke a_5 d a_6 (Abb. 2) und O 55 B_6 (Abb. 1) sind ähnlich, da ihre Seiten parallel laufen, zwischen den Dreieckseiten besteht also folgendes Verhältnis $\frac{a_6 d}{a_5 d} = \frac{55 B_6}{O 55}$.

Die Strecke a_6 d stellt die Geschwindigkeitszunahme $[\Delta V]$, die Strecke a_5 d die Zunahme des Weges $[\Delta l]$, die Strecke 55 B_6 die beschleunigende Kraft [p] und die Strecke O 55 die Geschwindigkeit [V] dar.

Es ist also $\frac{[\Delta V]}{[\Delta l]} = \frac{[p]}{[V]}$.

Führt man statt der Mafsstrecken die Zahlengröfsen ein, so wird

$$\frac{\Delta V . \varepsilon}{\Delta l . \beta} = \frac{p . \gamma}{V . \alpha}, \text{ also}$$
$$\frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{p}{V} \cdot \frac{\gamma \beta}{\alpha \varepsilon}.$$

Setzt man für α, β, γ und ε die Mafsstabzahlen ein, so wird

$$\frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{p}{V} \cdot \frac{12 . 20}{2 . 1} = \frac{p}{V} \cdot 120.$$

Andererseits ist nach dem dynamischen Grundgesetz die Beschleunigung = Kraft durch Masse (und zwar für kg, m und Sek.).

Die Masse einer Tonne ist unter Berücksichtigung des Einflusses der umlaufenden Radmassen (Zuschlag von 6 %)
$= \frac{1000}{9{,}81} \cdot 1{,}06 = 108.$

Die Beschleunigung $b = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{p}{108}$.

Die Geschwindigkeitszunahme in einer Minute ist 60 mal so grofs, also

$$\frac{\Delta v}{\Delta T} = \frac{60 . p}{108} \qquad \Delta v = \frac{\Delta V}{3{,}6},$$
$$\text{also } \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{60 . 3{,}6}{108} p = 2 p.$$

Multipliziert man auf der linken Seite über und unter dem Bruchstrich mit Δl, so wird

$$\frac{\Delta V}{\Delta l} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta T} = 2 p;$$

$\frac{\Delta l}{\Delta T}$ ist der Wegzuwachs in km in der Minute, also $\frac{V}{60}$; dies eingesetzt ergibt

$$\frac{\Delta V}{\Delta l} \cdot \frac{V}{60} = 2 p, \text{ also}$$
$$\frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{60 . 2 . p}{V} = \frac{p}{V} \cdot 120.$$

Durch das angewandte bildliche Verfahren wird also in der Geschwindigkeitsweglinie die Zunahme des Weges für einen angenommenen Geschwindigkeitszuwachs richtig ermittelt.

Ferner ist das in der Zeitweglinie durch Schraffur hervorgehobene Dreieck b_5 g b_6 (Abb. 2) und das im s/V-Diagramm in derselben Weise kenntlich gemachte Dreieck O P 55 (Abb. 1) ähnlich; zwischen den Dreiecksseiten besteht also folgendes Verhältnis:

$$\frac{b_5 g}{b_6 g} = \frac{O 55}{O P}.$$

b_5 g entspricht der Wegzunahme $[\Delta l]$,
b_6 g « « Zeitzunahme $[\Delta T]$,
O 55 « « Geschwindigkeit [V],
O P ist der Polabstand = 60 mm.

Es ist also

$$\frac{[\Delta l]}{[\Delta T]} = \frac{[V]}{60}.$$

Führt man statt der Mafsstrecken die Zahlengröfsen ein, so wird

$$\frac{\Delta l \beta}{\Delta T \mu} = \frac{V \alpha}{60},$$
also
$$\frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{V}{60} \cdot \frac{\alpha \mu}{\beta}.$$

Setzt man für α, β und μ die Mafsstabzahlen ein, so wird

$$\frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{V}{60} \cdot \frac{2 . 10}{20} = \frac{V}{60};$$

$\frac{\Delta l}{\Delta T}$ ist der Wegzuwachs in der Minute, desgleichen $\frac{V}{60}$, wenn V die Geschwindigkeit in km in der Stunde ist.

Durch das angewandte bildliche Verfahren wird also auch in der Zeitweglinie der Zeitzuwachs für eine vorher in der Geschwindigkeitsweglinie gefundenen Wegzunahme richtig ermittelt.

4. Verfahren des Regierungsbaurats Dr. Velte, Elberfeld. Tafel 12.

a) Anweisung.

Bei dem Verfahren wird eine Geschwindigkeitslinie und eine Weglinie beide über der Zeit aufgezeichnet.

Das s/V-Diagramm (Taf. 12, Abb. 1) ist aufzuzeichnen im Mafsstab
für s 1 ‰ = 10 mm,
» V 1 km/Std. = 1 mm.

Für die Herstellung der Geschwindigkeitszeitlinie und Wegzeitlinie (Abb. 2) sind, am zweckmäfsigsten auf Millimeterpapier, die Zeiten im Mafsstab 1 Minute = 10 mm auf der Abszissenachse, die Geschwindigkeiten im Mafsstab 1 km/Std. = 1 mm auf der Ordinatenachse aufzutragen. Die Streckenlängen werden

ebenfalls in Richtung der Ordinatenachse am rechten Ende des Bildes im Mafsstab 1 km = 10 mm aufgetragen, daneben werden die Neigungsverhältnisse angedeutet und in den Neigungswechseln, Stationen, Blockstellen Wagrechte gezogen.

Das Verfahren besteht nun darin, dafs Geschwindigkeitsänderungen bestimmter Gröfse angenommen und für diese Geschwindigkeitsabschnitte aus der der mittleren Geschwindigkeit entsprechenden Beschleunigungskraft die Beschleunigungen $\frac{\Delta V}{\Delta T}$ ermittelt werden. Diese Beschleunigungen stellen sich zeichnerisch dar als Tangenten der Neigungswinkel β, welche die einzelnen Stücke der Geschwindigkeitszeitlinie mit der Richtung der Abszissenachse einschliefsen. Diese Winkel β entnimmt Dr. Velte einem besonderen transporteurähnlichen Werkzeug, welches auf Tafel 12 in Abb. 3 in halber natürlicher Gröfse dargestellt ist. Es ist mit einem um den Nullpunkt drehbaren Lineal versehen. Letzteres wird auf die äufserste Skala eingestellt, auf welcher die für die Tonne Zuggewicht verfügbaren Beschleunigungskräfte aufgetragen sind. Die Neigung des auf die entsprechende Beschleunigungskraft eingestellten Lineals zur Abszissenachse wird durch einen Schlitz in dem Transporteur auf die Zeichenebene der Abb. 2 übertragen*). Dieselben Neigungswinkel findet man, wenn man links neben dem s/V-Diagramm im Abstande von 50 mm Pole P_1, P_2, P_3 annimmt und von diesen Polstrahlen nach den Endpunkten der auf die Ordinatenachse übertragenen Beschleunigungskräfte zieht. Die einzelnen Seiten des die Geschwindigkeitszeitlinie bildenden Linienzuges laufen diesen Polstrahlen parallel.

Die Ermittlung der Wege, welche den in der Geschwindigkeitsweglinie gefundenen Zeiten entsprechen, erfolgt durch Aufzeichnung der Wegzeitlinie. Je nach der gröfseren oder geringeren mittleren Geschwindigkeit des betreffenden Zeitabschnittes schliefsen die einzelnen Stücke der Wegzeitlinie einen gröfseren oder kleineren Neigungswinkel α mit der Richtung der Abszissenachse ein. Auch diese Winkel entnimmt Dr. Velte von dem erwähnten besonderen Werkzeug, indem das drehbare Lineal auf die auf einer zweiten Skala aufgetragenen mittleren Geschwindigkeiten eingestellt wird. Dieselben Neigungswinkel α findet man, wenn man links von der Ordinatenachse in Abb. 2 einen Pol P_4 auf der Abszissenachse in 60 mm Entfernung annimmt und von ihm Polstrahlen nach den mittleren Geschwindigkeiten der einzelnen Geschwindigkeitsabschnitte zieht. Die Seiten des die Wegzeitlinie bildenden Linienzuges laufen diesen Polstrahlen parallel. Zugunsten einer einfacheren Darstellung des Verfahrens ist die nachstehende Beschreibung nicht auf die Benutzung des besonderen Werkzeuges, sondern auf die Verwendung der Polstrahlen zugeschnitten.

Der erste Geschwindigkeitsabschnitt wird von 0 bis 10 km/Std. angenommen; mittlere Geschwindigkeit 5 km/Std. Die mittlere Beschleunigungskraft wird durch die Linie 5 B_1 im s/V-Diagramm (Abb. 1) dargestellt. Vom Pol P_1 wird ein Strahl nach dem Schnittpunkt einer Wagrechten durch Punkt B_1 mit der Ordinatenachse gezogen; eine Parallele zu diesem Strahl in Abb. 2 vom 0-Punkt aus schneidet die Wagrechte für 10 km Geschwindigkeit im Punkt a_1, dem ersten Punkt der Geschwindigkeitslinie. Der entsprechende Punkt b_1 der Wegzeitlinie liegt auf einer Senkrechten darunter im Schnitt mit einer Parallelen zum Polstrahl von P_4 nach dem der mittleren Geschwindigkeit 5 km/Std. entsprechenden Punkt auf der Ordinatenachse.

Für den zweiten Geschwindigkeitsabschnitt wird 10 bis 20 km/Std. genommen; mittlere Geschwindigkeit 15 km/Std. Die mittlere Beschleunigungskraft wird durch die Linie 15 B_2 (im s/V-Diagramm) dargestellt. Vom Pol P_1 wird ein Strahl nach dem Schnittpunkt einer Wagrechten durch B_2 mit der Ordinatenachse gezogen; eine Parallele in Abb. 2 von a_1 zu diesem Strahl schneidet die Wagrechte für die Geschwindigkeit 20 km/Std. in Punkt a_2. Der Punkt b_2 der Wegzeitlinie liegt auf dem Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_2 mit einer Parallelen zum Polstrahl P_4 15. In derselben Weise werden die Punkte a_3 bis a_6 der Geschwindigkeitszeitlinie und die Punkte b_3 bis b_6 der Wegzeitlinie gefunden. Als nächster Geschwindigkeitsabschnitt wird 60 bis 70 km/Std. mit der mittleren Geschwindigkeit 65 km/Std. angenommen; die Beschleunigungskraft ist 65 B_7. In Abb. 2 würde eine Parallele von Punkt a_6 zu dem betreffenden Polstrahl von P_1 die Wagrechte, für die Endgeschwindigkeit 70 km/Std. in a_7' schneiden, senkrecht darunter würde Punkt b_7' der Wegzeitlinie gefunden werden. Es zeigt sich dabei aber, dafs die Strecke b_6 b_7' mit der Wegezeitlinie über die Wagrechte des Neigungswechsels hinwegreicht. Die Wegzeitlinie wird daher im Schnittpunkt b_7 mit der Wagrechten des Neigungswechels abgebrochen und darüber durch eine Senkrechte der Punkt a_7 der Geschwindigkeitszeitlinie gefunden. Die im Neigungswechsel erreichte Geschwindigkeit beträgt danach 67 km/Std. Mit dieser Anfangsgeschwindigkeit fährt der Zug in die Steigung von 8 ‰ ein; sie ist gröfser als die Geschwindigkeit, welche die Lokomotive mit der angenommenen Zuglast dauernd auf der Steigung von 8 ‰ innehalten kann, es tritt daher Verzögerung ein.

Als nächster Geschwindigkeitsabschnitt wird, um wieder auf durch 10 teilbare Geschwindigkeiten zu kommen, die Geschwindigkeitsstufe von 67 bis 60 km/Std. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 63,5 km/Std. genommen. Die Verzögerungskraft wird dargestellt durch die senkrechte Entfernung des Punktes B_8 der s/V-Kurve von der Wagrechten für 8 ‰. Der Pol P_2 wird jetzt auf dieser Wagrechten angenommen und ein Strahl nach dem Punkt gezogen, wo eine Wagrechte durch B_8 die Ordinatenachse des s/V-Diagramms schneidet. Eine Parallele in Abb. 2 von a_7 aus schneidet die Wagrechte der Endgeschwindigkeit (60 km) in a_8; der dazu gehörige Punkt b_8 der Wegzeitlinie liegt auf dem Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_8 mit einem vom Pol P_4 nach der mittleren Geschwindigkelt (63,5) gezogenen Strahl.

Der Punkt a_9 der Geschwindigkeitszeitlinie und b_9 der Wegzeitlinie werden unter Annahme einer Geschwindigkeitsabnahme von 60 auf 50 km/Std. ermittelt. Wie bei den Punkten a_7 und b_7 ergibt sich hier, dafs die angenommene Endgeschwindigkeit (50 km/Std.) im Neigungswechsel nicht ganz erreicht wird, sondern dafs die wirkliche Geschwindigkeit nur auf 51 km/Std. sinkt. Mit dieser Geschwindigkeit fährt der Zug in die Wagrechte ein, wo wieder Beschleunigung eintritt. Durch Annahme eines Geschwindigkeitsabschnitts von 51 bis 59 km/Std. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 55 km/Std. werden die Punkte a_{10} und b_{10} gefunden.

Beim Befahren der Gefällstrecke von 3 ‰ soll die durch das Gefälle bewirkte Beschleunigung mit berücksichtigt werden. Es wird eine Geschwindigkeitsstufe von 59 bis 70 km/Std. angenommen mit einer mittleren Geschwindigkeit von 64,5 km/Std. Die Beschleunigungskraft wird dargestellt durch die senkrechte Entfernung des Punktes B_{11} von der Wagrechten durch — 3 ‰. Der Pol P_3 wird auf dieser Wagrechten angenommen. Es wird der Punkt a_{11} der Geschwindigkeitszeitlinie und darüber der Punkt b_{11} der Wegzeitlinie gefunden. Die Punkte a_{12} und b_{12} werden unter Annahme einer Geschwindigkeitsstufe von 70 bis 75 km/Std. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 72,5 km/Std. ermittelt.

Im Punkt a_{12} wird die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. erreicht, die Geschwindigkeitslinie verläuft von da ab wagrecht bis zum Punkt a_{13}, dem der Punkt b_{13} der Wegzeitlinie entspricht.

An dieser Stelle ($1\frac{1}{2}$ km vor Station B) soll der Dampf abgestellt werden. Zur Ermittlung der Auslaufzeit und des

*) Der beschriebene Apparat (Nomograph), der sich nicht nur zur Berechnung der Fahrzeiten, sondern auch zu anderen Berechnungen eignet, wird von der Firma H. Blanckertz, Barmen, hergestellt.



Auslaufweges wird eine Geschwindigkeitsabnahme von 75 auf 65 km/Std. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 70 km/Std. angenommen. Die Verzögerungskraft wird dargestellt durch den senkrechten Abstand des Punktes B_{14} der unter dem s/V-Diagramm nach der Formel

$$W = 2{,}4 + \frac{V^2}{1300}$$

aufgetragenen Widerstandslinie von der Abszissenachse. Ein Strahl von Pol P_1 nach dem Schnittpunkt einer Wagrechten durch B_{14} mit der Ordinatenachse in Abb. 1 gibt die Neigung für die Seite a_{13}, a_{14} der Geschwindigkeitszeitlinie, der zugehörige Punkt b_{14} der Wegzeitlinie wird als Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_{14} mit einer Parallelen zum Polstrahle von P_4 nach der Geschwindigkeit 70 km/Std. ermittelt.

Die mittlere Geschwindigkeit für den Bremsabschnitt ist $\frac{65}{2} = 32{,}5$ km/Std.

Eine Parallele zu dem Strahl vom Pol P_4 nach dem Punkt 32,5 km/Std. schneidet die Wagrechte durch das Streckenende im Punkt b_{15}. Eine Senkrechte durch diesen Punkt auf die Abszissenachse schneidet diese im Punkt a_{15} bei 12,5 Minuten; die dem Bremsweg entsprechende Zeit beträgt also 12,5 — 11,5 = 1 Minute. Die Geschwindigkeitslinie verläuft vom Punkt a_{14} zum Punkt a_{15} als gerade Linie. Die Neigung der Linie a_{14}, a_{15} entspricht der auftretenden Verzögerung. Die Geschwindigkeit sinkt in einer Minute von 65 km/Std. auf 0. Die Verzögerung beträgt also

$$\frac{65}{3{,}6 \, . \, 60} = 0{,}3 \text{ m/Sek.}^2$$

Beweis.

In dem nachstehenden Beweis bedeuten die in eckige Klammern gesetzten Gröfsen die Mafsstrecken der betreffenden Zahlengröfsen. Im s/V-Diagramm (Abb. 1) ist der Mafsstab

für die Geschwindigkeit 1 km/Std. $\alpha = 1$ mm,
» » Steigung 1 ‰ $\gamma = 10$ mm.

In der Geschwindigkeitszeitlinie und der Wegzeitlinie (Abb. 2) ist der Mafsstab

für die Geschwindigkeit 1 km/Std. ebenfalls $\alpha = 1$ mm,
» » Zeit 1 Min. » $\varepsilon = 10$ mm,
» den Weg 1 km » $\beta = 10$ mm.

Es ist dann $[V] = V\alpha$ oder $V = \frac{[V]}{\alpha}$

$$[l] = l\beta \text{ oder } l = \frac{[l]}{\beta}$$

$$[T] = T\varepsilon \text{ oder } T = \frac{[T]}{\varepsilon}$$

$$[p] = p\gamma \text{ oder } p = \frac{[p]}{\gamma}$$

die durch Schraffur hervorgehobenen Dreiecke $a_5\,d\,a_6$ in Abb. 2 und $P_1\,0f$ in Abb. 1 sind ähnlich, weil ihre Seiten parallel laufen; zwischen den Dreiecksseiten besteht also folgendes Verhältnis

$$\frac{a_6 d}{a_5 d} = \frac{0f}{P_1 0}$$

$a_6 d$ ist der Geschwindigkeitszuwachs $[\varDelta V]$, $a_5 d$ der Zeitzuwachs $[\varDelta T]$, $0f$ die Beschleunigungskraft $[p]$ und $P_1 0$ ist der Polabstand = 50 mm.

Es ist also $\frac{[\varDelta V]}{[\varDelta T]} = \frac{[p]}{50}$

oder $\frac{\varDelta V . \alpha}{\varDelta T . \varepsilon} = \frac{p\gamma}{50}$

also $\frac{\varDelta V}{\varDelta T} = \frac{p\,\gamma\varepsilon}{50\,\alpha}$

Setzt man für α, γ und ε die Mafsstabzahlen 1, 10 und 10 ein, so wird

$$\frac{\varDelta V}{\varDelta T} = \frac{p}{50}\,\frac{10 \, . \, 10}{1} = \frac{p\,100}{50} = 2\,p.$$

Andrerseits ist nach dem dynamischen Grundgesetz die Beschleunigung = Kraft durch Masse (und zwar für kg, m und Sek.).

Die Masse einer Tonne ist unter Berücksichtigung des Einflusses der umlaufenden Radmassen

$$(\text{Zuschlag von } 6\,\%) = \frac{1000}{9{,}81} \, . \, 1{,}06 = 108.$$

Also die Beschleunigung $b = \frac{\varDelta v}{\varDelta t} = \frac{p}{108}$.

Die Geschwindigkeitszunahme in einer Minute ist 60 mal so grofs

$$\frac{\varDelta v}{\varDelta T} = \frac{p \, . \, 60}{108}.$$

Setzt man für $\varDelta v$ $\frac{\varDelta V}{3{,}6}$, so ergibt sich

$$\frac{\varDelta V}{\varDelta T} = \frac{p \, . \, 60 \, . \, 3{,}6}{108} = \frac{p\,216}{108} = 2\,p.$$

Durch das angewandte bildliche Verfahren wird also in der Geschwindigkeitszeitlinie die Geschwindigkeitszunahme über der Zeit für die in dem angenommenen Geschwindigkeitsabschnitt zur Verfügung stehende mittlere Beschleunigungskraft richtig ermittelt.

Ferner ist in Abb. 2 das an der Zeitweglinie durch Schraffur hervorgehobene Dreieck $b_5\,g\,b_6$ ähnlich dem Poldreieck $P_4\,h\,0$ in derselben Abbildung. Zwischen den Dreiecksseiten besteht also folgendes Verhältnis:

$$\frac{b_6\,g}{b_5\,g} = \frac{h\,0}{P_4\,0}$$

$b_6\,g$ ist der Wegzuwachs $[\varDelta l]$, $b_5\,g$ der Zeitzuwachs $[\varDelta T]$, $h\,0$ die mittlere Geschwindigkeit des betreffenden Abschnitts $[Vm]$ und $P_4\,0$ der Polabstand = 60 mm.

Es ist also $\frac{[\varDelta l]}{[\varDelta T]} = \frac{[Vm]}{60}$

Führt man statt der Mafsstrecken die Zahlengröfsen ein, so wird

$$\frac{\varDelta l \, . \, \beta}{\varDelta T\varepsilon} = \frac{Vm\,\alpha}{60}$$

also $\frac{\varDelta l}{\varDelta T} = \frac{Vm\,\alpha\,\varepsilon}{60\,\beta}$

Setzt man für α, β und ε die Mafsstabzahlen ein, so wird

$$\frac{\varDelta l}{\varDelta T} = \frac{Vm \, . \, 1 \, . \, 10}{60 \, . \, 10} = \frac{Vm}{60}$$

$\frac{\varDelta l}{\varDelta T}$ ist der Wegzuwachs in der Minute in km, desgleichen $\frac{Vm}{60}$, wenn Vm die Geschwindigkeit in km in der Stunde ist.

Durch das angewandte Verfahren wird also auch in der Wegzeitlinie der Wegzuwachs über der Zeit für die mittlere Geschwindigkeit des angenommenen Geschwindigkeitsabschnitts richtig ermittelt.

Es sei noch bemerkt, dafs Dr. Velte bei seinem Verfahren die Masse einer Tonne etwas abweichend berechnet, indem er für die umlaufenden Radmassen einen Zuschlag von 8 % ansetzt. Infolgedessen berechnet er die Masse einer Tonne zu $\frac{1000}{9{,}81} \, . \, 1{,}08 = 110$ und die Beschleunigung wird bei ihm $\frac{\varDelta v}{\varDelta t} = \frac{p}{110} = p \, . \, 0{,}009$.

Die Zunahme der in km in der Stunde gemessenen Geschwindigkeit in einer Minute wird dann

$$\frac{\varDelta V}{\varDelta T} = p \, . \, 0{,}009 \, . \, 3{,}6 \, . \, 60 = 1{,}944\,p \text{ (statt} = 2\,p).$$

Bei der Bearbeitung der vorstehenden Anweisung erschien es zweckmäfsig, den bei den übrigen Verfahren angewendeten Zuschlag von 6 % zur Masse anzuwenden, weil sich dabei die einfachere Beziehung $\frac{\Delta V}{\Delta T} = 2p$ ergibt und weil für den Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Verfahren eine gleiche Grundlage wünschenswert ist.

Das besondere Zeichenwerkzeug des Dr. Velte ist auf die Beziehung $\frac{\Delta V}{\Delta T} = 1{,}944\,p$ zugeschnitten. Man würde die Winkel β des Zeichenwerkzeuges erhalten, wenn man den Polabstand für P_1, P_2 und P_3 zu 51,4 statt 50 mm nähme.

5. Verfahren des Oberregierungsbaurats Caesar, Essen.

Tafel 13.

Einleitung.

Abweichend von den übrigen Verfahren, welche von dem dynamischen Grundgesetz (Masse × Beschleunigung = Kraft) ausgehen, wird bei diesem Verfahren das Prinzip der lebendigen Kraft (die Zunahme an lebendiger Kraft ist gleich der geleisteten Arbeit) angewendet, also

$$\frac{m\,v_e^2}{2} - \frac{m\,v_a^2}{2} = p\,l$$

worin m die Masse in $\frac{kg/Sek.^2}{m}$, v_e die Endgeschwindigkeit, v_a die Anfangsgeschwindigkeit in m/Sek., p die Kraft in kg und l der Weg in m ist.

Für $v_a = 0$, also für den Beginn der Bewegung wird $\frac{m\,v_e^2}{2} = p\,l$ oder

$$v_e^2 = \frac{2\,p}{m} \cdot l$$

Zeichnerisch läfst sich der gesuchte Weg l für die erste Geschwindigkeitsstufe von 0 bis v_e finden als Höhenabschnitt eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Höhe $= v_e$ und dessen andrer Höhenabschnitt $= \frac{2\,p}{m}$ gemacht wird. Die Beschleunigungskraft wird aus dem s/V-Diagramm über der mittleren Geschwindigkeit $v_m = \frac{v_e + v_a}{2}$ (bei der ersten Geschwindigkeitsstufe, wo $v_a = 0$ ist, also $v_m = \frac{v_e}{2}$) abgegriffen.

Für die weiteren Geschwindigkeitsstufen würde die umgeformte erste Gleichung lauten:

$$v_e^2 - v_a^2 = \frac{2\,p}{m} \cdot l$$

Um für diese Geschwindigkeitsstufen den zugehörigen Weg l zu bestimmen, müfste das der mittleren Geschwindigkeit $v_m = \frac{v_e + v_a}{2}$ entsprechende p multipliziert mit $\frac{2}{m}$ als Höhenabschnitt und $\sqrt{v_e^2 - v_a^2}$ als Höhe eines rechtwinkligen Dreiecks genommen werden, der zum Geschwindigkeitszuwachs $v_e - v_a$ gehörige Weg l würde dann als der andere Höhenabschnitt gefunden werden. Da sich $\sqrt{v_e^2 - v_a^2}$ nur umständlich auf zeichnerischem Wege ermitteln läfst, wird bei dem Verfahren in der Weise vorgegangen, dafs einzeln der Weg l_a bestimmt wird, der unter Wirkung der der mittleren Geschwindigkeit $\frac{v_e + v_a}{2}$ entsprechenden Kraft p von der Geschwindigkeit 0 bis zur Erreichung der Anfangsgeschwindigkeit zurückgelegt werden müfste und ebenso der Weg l_e, der für die Geschwindigkeitszunahme von 0 bis v_e erforderlich wäre. Es wird also bestimmt l_a aus der Gleichung

$$v_a^2 = \frac{2\,p}{m}\,l_a$$

und l_e aus der Gleichung

$$v_e^2 = \frac{2\,p}{m}\,l_e$$

der der Geschwindigkeitsstufe v_a bis v_e entsprechende Weg l ist dann $= l_e - l_a$.

Da aus dem s/V-Diagramm die Beschleunigungskräfte in kg für eine Tonne Zuggewicht entnommen werden, so mufs die Masse einer Tonne Zuggewicht der Rechnung zugrunde gelegt werden. Sie beträgt

$$m = \frac{1000}{9{,}81} \cdot 1{,}06 = 108,$$

worin der Faktor 1,06 = 6 % Zuschlag der Wirkung der umlaufenden Radmassen, die eine scheinbare Vergröfserung der Masse des Zuges bewirken, Rechnung trägt.

Es wird also $\frac{108 \cdot v^2}{2} = pl$ oder da $v = \frac{V}{3{,}6}$ ist,

$$\frac{108 \cdot V^2}{2 \cdot 3{,}6 \cdot 3{,}6} = pl$$

$$\text{also } \frac{V^2}{0{,}24} = pl$$

$$\text{oder } V^2 = 0{,}24\ pl.$$

Wählt man für die zeichnerische Ermittlung den Mafsstab für V = 1 km/Std. $\alpha = 1$ mm
für l = 1 m $\beta = 0{,}02$ mm
und bezeichnet man den Mafsstab für p = 1 kg mit γ,

$$\text{so ist } V = \frac{[V]}{\alpha}, \text{ also } [V] = V\alpha$$

$$l = \frac{[l]}{\beta}, \qquad [l] = l\beta$$

$$p = \frac{[p]}{\gamma}, \qquad [p] = p\gamma,$$

wobei [V], [l] und [p] die Mafsstrecken der Rechnungsgröfsen V, l und p sind.

Es wird also

$$\frac{[V]^2}{\alpha^2} = 0{,}24\,\frac{[p]}{\beta} \cdot \frac{[l]}{\gamma} \text{ oder } [V]^2 = [p]\,[l] \cdot \frac{0{,}24\,\alpha^2}{\beta\gamma}$$

Wählt man jetzt die Mafszahl für γ so,

$$\text{dafs } \frac{0{,}24\,\alpha^2}{\gamma\beta} = 1 \text{ wird,}$$

$$\text{also } \gamma = \frac{0{,}24 \cdot \alpha^2}{\beta} = \frac{0{,}24 \cdot 1}{0{,}02} = 12,$$

so erhält der Wert für $[V]^2$ die einfache Form

$$[V]^2 = [p]\,[l].$$

Wenn das s/V-Diagramm mit den angegebenen Mafsstäben für V und p aufgetragen wird, braucht also nur jedesmal [V] als Höhe und [p] als Höhenabschnitt aufgetragen zu werden, um den in 0 beginnenden Weg l als den andern Höhenabschnitt zu ermitteln. Den dem Geschwindigkeitszuwachs $V_e - V_a$ entsprechenden Wegzuwachs findet man dann als Differenz der beiden der End- und der Anfangsgeschwindigkeit entsprechenden Wegstrecken.

Anweisung.

Bei dem Verfahren wird nur eine Zeitweglinie aufgezeichnet.

Das s/V-Diagramm (Tafel 13, Abb. 1) ist aufzuzeichnen im Mafsstab

für s . . . . 1 ‰ = 12 mm
für V . . . . 1 km/Std. = 1 mm

Bei der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. wird eine senkrechte Grenzlinie gezogen. Unterhalb der 0-Linie wird der Widerstand für die Tonne Zuggewicht in der Wagrechten nach der Formel $W = 2{,}4 + \frac{V^2}{1300}$ für die

verschiedenen Geschwindigkeiten aufgetragen. Für die Herstellung der Zeitweglinie (Abb. 2) sind am zweckmäfsigsten auf Millimeterpapier die Streckenlängen im Mafsstab 1 km = 20 mm auf der Abszissenachse aufzutragen, die Neigungsverhältnisse darunter anzudeuten und in den Neigungswechseln, Stationen, Blockstellen usw. Ordinaten zu errichten. Auf der Ordinatenachse sind die Zeiten im Mafsstab 1 Minute = ε = 10 mm aufzutragen.

Als erste Geschwindigkeitsstufe wird der Geschwindigkeitszuwachs von 0 bis 20 km/Std. angenommen, dessen mittlere Geschwindigkeit 10 km/Std. ist. Die mittlere Beschleunigungskraft p_1 für diesen Abschnitt, welche durch die Ordinate 10 B_1 dargestellt wird, trägt man in der Hilfszeichnung (Abb. 3) auf der Abszissenachse von 0 nach links ab bis Punkt 1, die Endgeschwindigkeit 20 km/Std. auf der Ordinatenachse von 0 bis 20. Der freie Schenkel eines durch die Punkte 1 und 20 gelegten rechtwinkligen Dreiecks, dessen rechter Winkel im Punkt 20 liegt, schneidet dann auf der Abszissenachse rechts von 0 das Wegstück l_1 ab, welches zur Erreichung der Endgeschwindigkeit 20 km/Std. zurückgelegt werden mufs. Dies wird in Abb. 2 auf die Abszissenachse übertragen. Zur Ermittlung der dazu erforderlichen Zeit wird ein Pol P in Abb. 3 auf der Abszissenachse links von 0 in der Entfernung von 60 mm angenommen. Der gestrichelte Strahl parallel zur Linie 1 bis 20 schneidet auf der Ordinatenachse die Strecke T_1 ab, welche die zu dem Wege l_1 gehörige Zeit darstellt Diese wird am Ende der Wegstrecke l_1 in Abb. 2 senkrecht nach oben aufgetragen und so a_1 als erster Punkt der Zeitweglinie gefunden.

Für die zweite Geschwindigkeitsstufe von 20 bis 40 km/Std., für welche die mittlere Geschwindigkeit 30 km/Std. ist, stellt die Strecke 30 bis B_2 die mittlere Beschleunigungskraft p_2 dar. Sie wird in Abb. 3 vom Koordinatenanfangspunkt 0 nach links aufgetragen (bis Punkt 2). Die Anfangs- und Endgeschwindigkeit für die zweite Geschwindigkeitsstufe entsprechen den Strecken 0 bis 20 und 0 bis 40 auf der Ordinatenachse. Die freien Schenkel zweier durch die Punkte 2 und 20 bzw. 2 und 40 gelegten rechtwinkligen Dreiecke, deren rechte Winkel in den Punkten 20 und 40 liegen, schneiden auf der Abszissenachse rechts von 0 das Wegstück l_2 ab, welches zur Steigerung der Geschwindigkeit von 20 bis 40 km/Std. zurückgelegt werden mufs. Die der dafür erforderlichen Zeit entsprechende Strecke T_2 wird auf der Abszissenachse in Abb. 3 durch die vom Pol P parallel zu den Linien 2—20 und 2—40 als gestrichelte Linien angedeutete Strahlen abgeschnitten. Der Wegzuwachs l_2 und der Zeitzuwachs T_2 werden in Abb. 2 übertragen und dadurch der Punkt a_2 der Zeitweglinie gefunden. In derselben Weise findet man auch die Punkte a_3 und a_4 der Zeitweglinie, doch ist bei Ermittlung des Wegzuwachses 4 nur eine Geschwindigkeitsstufe von 10 km/Std. (nämlich von 60 auf 70 km/Std.) angenommen, weil bei Wahl einer gröfseren Geschwindigkeitszunahme die Wegstrecke 4 zu grofs ausfallen und über den Neigungswechsel erheblich hinausreichen würde. Der Zusammenfall des Endes der Wegstrecke l_4 mit dem Neigungswechsel ist zufällig.

Die Einfahrt in die Steigung von 8‰ erfolgt mit 70 km Anfangsgeschwindigkeit, sie ist gröfser als die Geschwindigkeit, welche die Lokomotive mit der angenommenen Zuglast dauernd auf der Steigung 8% innehalten kann; es tritt also Verzögerung ein. Als Geschwindigkeitsstufe wird 70 bis 50 km/Std. angenommen, mittlere Geschwindigkeit ist 60 km/Std. Die Verzögerungskraft wird durch die in Abb. 1 als p_5 bezeichnete Strecke dargestellt, welche vom Kurvenpunkt B_5 senkrecht nach oben bis zur Wagrechten für 8‰ Steigung gezogen ist. Die Ermittlung des Wegzuwachses l_5 und des Zeitzuwachses T_5 erfolgt für Verzögerung genau in derselben Weise wie für Beschleunigung. Bei Übertragung des dabei gefundenen Wegzuwachses l_5 in Abb. 2 würde sich aber zeigen, dafs dieser über den nächsten Neigungswechsel hinübergreifen würde. Will man dies zur Erzielung gröfserer Genauigkeit vermeiden, so überträgt man, wie in dem Beispiel geschehen, die bis zum Neigungswechsel noch verfügbare Strecke aus Abb. 2 in Abb. 3 und legt die Schenkel des rechtwinkligen Dreiecks durch den linken Endpunkt der Wegstrecke l_5 und den Endpunkt 5 der Kraft p_5; die Spitze des rechten Winkels ergibt dann auf der Ordinatenachse die Endgeschwindigkeit, welche nach Durchfahren des Weges l_5 erreicht wird, im vorliegenden Fall 51 km/Std.

Von jetzt ab tritt wieder Beschleunigung ein. Mit Rücksicht auf die geringe Länge der zu durchfahrenden Wagrechten wird nur ein kleiner Geschwindigkeitszuwachs (von 51 auf 59 km/Std.) angenommen, es ergeben sich der Wegzuwachs l_6 und der Zeitzuwachs T_6, der Punkt a_6 der Zeitweglinie fällt dann mit dem Neigungswechsel zusammen. Die nächste Geschwindigkeitsstufe geht von 59 bis 75 km/Std., mittlere Geschwindigkeit 67 km/Std. Die Fahrt findet im Gefälle von 3‰ statt, die Beschleunigung durch das Gefälle soll berücksichtigt werden; als Beschleunigungskraft p_7 wird daher der senkrechte Abstand des Kurvenpunktes B_7 von der Wagrechten durch — 3‰ genommen. Es wird der Wegzuwachs l_7 und der Zeitzuwachs T_7 in Abb. 3 ermittelt, beide werden in Abb. 2 übertragen, wodurch Punkt a_7 der Zeitweglinie gefunden wird. In Punkt a_7 wird die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. erreicht. Vom Punkt a_7 verläuft die Zeitweglinie in einer solchen Steigung zur Abszissenachse, dafs entsprechend der Geschwindigkeit von 75 km/Std. in der Minute $\frac{75}{60} = 1{,}25$ km zurückgelegt werden. Man findet also den Punkt a_8, wenn man am Ende des Wegstückes von 1,25 km = 25 mm, eine Senkrechte von 1 Minute = 10 mm errichtet. Die Zeitweglinie verläuft in der Richtung $a_7\,a_8$ weiter und würde, wenn Station B durchfahren würde, deren Ordinate in a_{11} schneiden, entsprechend einer Fahrzeit von etwa 12 Minuten. In a_9 soll der Dampf abgestellt werden; zur Ermittlung des Weges und der Zeit für den Auslauf wird eine Geschwindigkeitsabnahme von 75 auf 65 km mit einer mittleren Geschwindigkeit von 70 km angenommen. Die verzögernde Kraft p_{10} ergibt sich als senkrechte Entfernung des Kurvenpunktes B_{10} der Widerstandskurve von der Abszissenachse des s/V-Diagramms (Abb. 1). In üblicher Weise werden der Wegzuwachs l_{10} und der Zeitzuwachs T_{10} ermittelt und der Punkt a_{10} gefunden.

Die Bremsung soll in a_{10} eingeleitet werden, der zur Verfügung stehende Bremsweg von ~ 540 m würde eine Verzögerung ergeben

$$b = \frac{v^2}{2l} = \frac{V^2}{2 \,.\, 3{,}6^2 \,.\, l} = \frac{65 \,.\, 65}{2 \,.\, 3{,}6^2 \,.\, 540} \sim 0{,}3 \text{ m/Sek.}^2$$

Die Bremszeit dafür beträgt

$$t = \frac{2l}{v} = \frac{2 \,.\, 540}{65/3{,}6} = 60 \text{ Sek. T also} = 1 \text{ Minute.}$$

Der Punkt a_{12} der Zeitweglinie liegt also um 1 Minute = 10 mm höher als Punkt a_{10}. Die Gesamtfahrzeit einschliefslich der Auslauf- und Bremszeit beträgt also ~ 12 Minuten 30 Sek.

Beweis.

Die richtige Ermittlung des Wegzuwachses im Verhältnis zu den in den einzelnen Geschwindigkeitsstufen zur Verfügung stehenden mittleren Beschleunigungskräften geht bereits aus der Einleitung hervor und braucht daher hier nicht noch besonders bewiesen zu werden. Es erübrigt sich nur noch, den Nachweis zu führen, dafs auch das zur Ermittlung der Zeiten angewandte Verfahren zutreffende Ergebnisse liefert.

In der vorstehenden Skizze ist als l der Weg ermittelt, der bei Vorhandensein einer Beschleunigungskraft p zurückgelegt werden mufs, um die Geschwindigkeit von O auf die Geschwindigkeit V zu steigern. Die Zeit T wird gefunden,

indem man von einem 60 mm links vom Koordinatenanfangspunkt auf der Abszissenachse liegenden Pol P eine Parallele zur Seite FG zieht; diese schneidet auf der Ordinatenachse die der Zeit entsprechende Strecke OK ab.

$\Delta POK \sim \Delta GOH$, da die Seiten aufeinander senkrecht stehen,

$$\text{also } \frac{OH}{OG} = \frac{OK}{OP}$$

$$\text{oder } \frac{[l]}{[V]} = \frac{[T]}{60},$$

$$\text{also } \frac{l \cdot \beta}{V\alpha} = \frac{T\varepsilon}{60} \text{ oder } l = \frac{TV\alpha\varepsilon}{60 \cdot \beta}.$$

Werden für α, β und ε die Zahlenwerte 1, 0,02 und 10 eingesetzt, so ergibt sich

$$l = \frac{TV \cdot 1 \cdot 10}{60 \cdot 0{,}02} = \frac{TV}{0{,}12} \text{ also } T = \frac{0{,}12\, l}{V}.$$

Da der Weg der zur Erreichung der Endgeschwindigkeit V zurückgelegt werden mufs unter Annahme einer gleichbleibenden Beschleunigungskraft ermittelt ist, so erfolgt die Geschwindigkeitszunahme als eine gleichförmig beschleunigte Bewegung.

Bei V km/Std. Endgeschwindigkeit wird in einer Minute ein Weg von $\frac{V}{2 \cdot 60}$ km oder von $\frac{V \cdot 1000}{2 \cdot 60}$ m zurückgelegt, also in T Minuten ein Weg

$$l = \frac{V \cdot T \cdot 1000}{2 \cdot 60} = \frac{VT}{0{,}12} \text{ m.}$$

Es ist also wie oben

$$T = \frac{0{,}12\, l}{V}.$$

die durch das zeichnerische Verfahren ermittelte Zeit stimmt also mit dem Ergebnis der Rechnung überein.

Die Lokomotiven der Grofsen Venezuela-Eisenbahn (Südamerika).

Von **E. Neuhaus**, Oberingenieur der Sächs. Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann.

Wohl die einzige deutsche Eisenbahn im Auslande ist die Grofse Venezuela-Eisenbahn. Sie wurde von einer deutschen Gesellschaft in den Jahren 1888 bis 1894 erbaut und wird auch heute noch von ihr verwaltet. Der Sitz dieser Gesellschaft ist Berlin.

Die Eisenbahn verbindet die Städte Caracas-Valenzia und berührt in der Station Caracas die englische Linie La Guayra-Caracas, mit welcher sie gleiche Spur hat. Diese ist 1067 mm = 3′ 6″ engl. Die ganze Länge der Bahn beträgt 178,9 km, davon entfallen auf die Bergstrecke Caracas-Lastyrias 73,6 und auf die Talstrecke Lastyrias-Valenzia 105,3 km. Das ganze Gelände ist gebirgig und kurvenreich; es sind 86 Tunnels mit einer Gesamtlänge von 6,259 km und 212 Brücken mit einer Gesamtlänge von 4,475 km vorhanden.

Abb. 1. Eisenbetonschwellen in Kurven von 80 m.

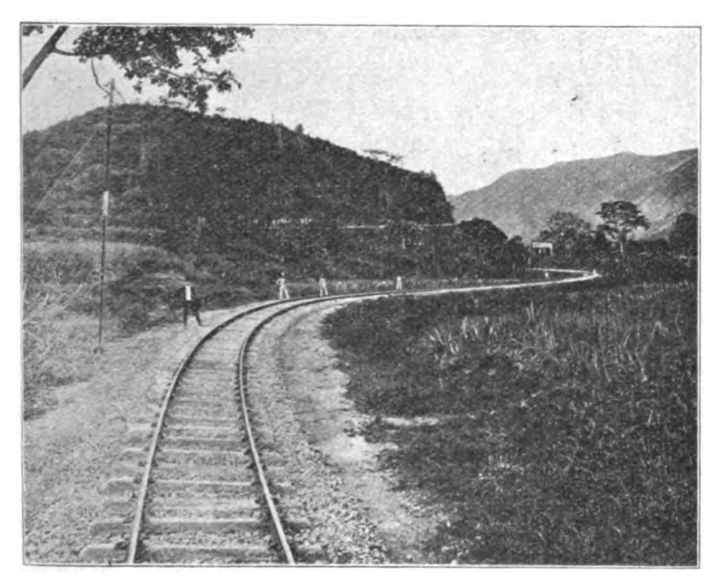


Abb. 2. Brücke Carbonero.



Die Textabb. 1—4 zeigen das zerklüftete Gelände, in dem sich die Bahn an den Bergen hinzieht. Es veranschaulicht Abb. 1 Eisenbetonschwellen in Kurven von 80 und 140 m, Abb. 2 Brücke Nr. 31 »Carbonero«, 61,3 m lang, Abb. 3 Strecke bis Quebrada honda mit den Brücken Los Nidros de las Colondrinas, Abb. 4 Gelände von km 43,7 mit Brücke »Schachert«, »Vuelta Larga« und »Los Quelbras«.

Die Bahn wurde im Anfang mit 1 C 1-Tenderlokomotiven englischer Herstellung betrieben, die dann durch stärkere, von der Sächsischen Maschinenfabrik vormals Rich. Hartmann, Chemnitz, in den Jahren 1891 und 1892 gelieferten 10 Stück 1 C 1-Tenderlokomotiven, Abb. 5, ersetzt wurden.

Die Lokomotiven sind besonders kräftig gebaut, haben 3 gekuppelte Achsen und 2 in Bisselgestellen gelagerte Laufachsen. Der feste Radstand beträgt 2200 mm, wobei die zweite Kuppelachse ohne Spurkranz ist. Der Kessel hat einen Stehkessel von halbrunder Form und einen zwischen den Rahmen liegenden Rost von 1,7 m Länge und 0,734 m Breite.

Die Steuerung zeigt die Ausführung nach Allan, hat Flachschieber und ist durch eine Schraube verstellbar.

Zur Bremsung dient aufser einer Handbremse eine Luftdruckbremse, Bauart Schleifer, welche einklotzig auf die Treib- und erste Kuppelachse wirkt.

Die Hauptverhältnisse sind folgende:

Zylinderdurchmesser . . .	410	mm
Kolbenhub	520	»
Treibraddurchmesser . . .	1 000	»
Laufraddurchmesser . . .	700	»
Fester Radstand	2 200	»
Gesamt- »	5 900	»
Dampfüberdruck	10	at
Rostfläche	1,25	qm
Heizfläche der Feuerbüchse .	7,27	»
» » Rohre . . .	73,58	»
Gesamt-Heizfläche	80,85	»

Wasservorrat	3 500	kg
Kohlenvorrat	1 000	»
Leergewicht	32 500	»
Reibungsgewicht	30 000	»
Dienstgewicht	40 500	»
Zugkraft	5 240	»

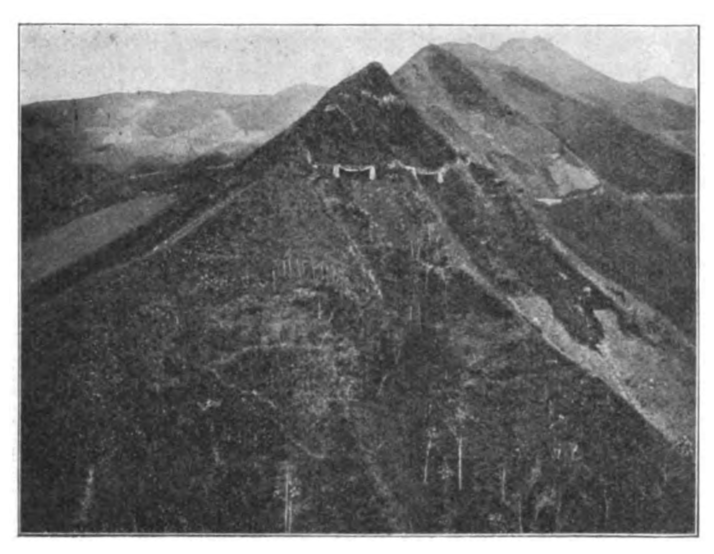
Im Lauf der Zeit haben sich auch diese Lokomotiven als zu schwach erwiesen und die Sächsische Maschinenfabrik wurde mit dem Entwurf einer neuen stärkeren Lokomotive, Abb. 6, für die Bergstrecke betraut, wofür folgendes Programm aufgestellt wurde:

Leistung I: (ohne Lokomotive), Zuggewicht 140 t, auf Steigung 1 : 45 (mit Kurven von 65 m Halbmesser) mit 20 km/St. Geschwindigkeit.

Leistung II: (ohne Lokomotive), Zuggewicht 162 t, auf Steigung 1 : 50 (mit Kurven von 75 m Halbmesser mit 25 km/St. Geschwindigkeit).

Der Raddruck darf 5 t nicht überschreiten. Beide Leistungen erfordern eine Zugkraft von 7160 kg, wobei man noch mit 4 gekuppelten Achsen, d. i. 40 t Reibungsgewicht oder 180 kg Zugkraft für 1 t Reibungsgewicht auskommt. Die Leistung in PS. zu I ergibt sich zu 530 und zu II mit

Abb. 3. Strecke bis Quebrada honda mit den Brücken Los Nidros de la Colondrinas.



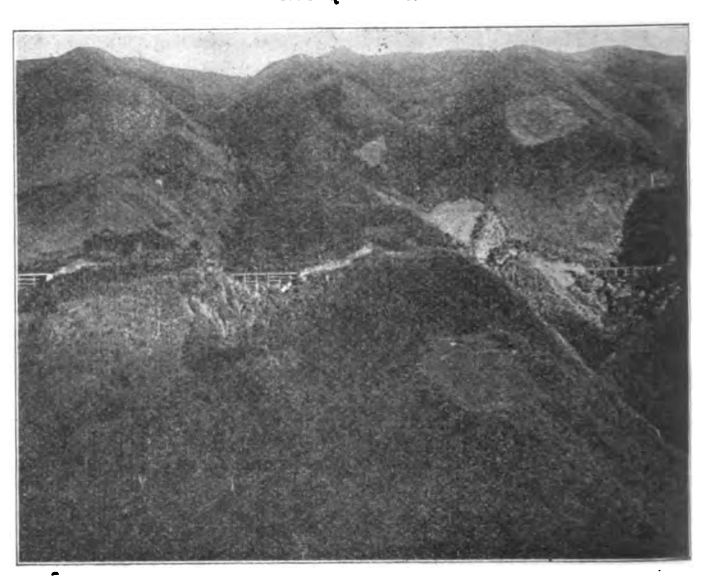
663 PS. [Damit die Lokomotiven möglichst wirtschaftlich arbeiten, wurde die Anwendung von Heifsdampf vorgesehen und ein Schmidtscher Kleinrohrüberhitzer verwendet. Um die erforderliche Heizfläche, sowie die nötigen Wasser- und Kohlenvorräte unterzubringen, mufste mit einem Dienstgewicht von 66 t gerechnet werden, so dafs aufser den 4 gekuppelten Achsen noch 3 Laufachsen vorgesehen werden mufsten.

Man wählte die 1 D 2-Anordnung mit Rücksicht auf ein bequemes Unterbringen der Kohlenvorräte hinter dem Kessel. Damit die vorgeschriebenen Kurven von 65 m Halbmesser leicht durchfahren werden können, erhielt die vordere in einem Bisselgestell gelagerte Laufachse 95 mm, das hintere Drehgestell 110 mm Seitenspiel. Der feste Radstand wurde mit 2320 mm bemessen, wobei der Spurkranz an der zweiten Kuppelachse weggelassen ist. Die vierte Kuppelachse erhielt 13 mm Verschiebbarkeit nach Gölsdorf. Der Gesamtradstand beträgt 8150 mm. Der Rahmen ist als Blechrahmen mit zahlreichen Versteifungen unter der Rauchkammer, dem Langkessel, über der Laufachse und dem Drehgestell ausgebildet. Den Abschlufs des Rahmens bilden hinten und vorn sehr kräftig gehaltene Pufferträger, an denen die bei der Eisenbahnverwaltung eingeführte Zug- und Stofsvorrichtung, sowie Kuhfänger befestigt sind.

Der Ausgleich der Belastungen der Tragfedern, welch letztere bei den beiden ersten 2 Kuppelachsen, sowie der Laufachse oberhalb, und bei den letzten 2 Kuppelachsen unterhalb der Achsbüchsen angeordnet sind, findet in 2 Gruppen statt, derart, dafs die Tragfedern der ersten Kuppelachse mit denjenigen der Laufachse einerseits und diejenigen der beiden letzten Kuppelachsen anderseits durch Ausgleichhebel verbunden sind. Die Tragfedern der hinteren Drehgestellachsen sind in einem Träger, der sich auf die Achsbüchsen stützt, gelagert.

Die Lokomotive besitzt zwei Bremseinrichtungen und zwar eine Luftdruckbremse, Bauart Schleifer, und eine von Hand zu betätigende Wurfhebelbremse. Die Luftdruckbremse gestattet bei 4 at Druck im Bremszylinder 68 % des Reibungsgewichtes und 40 % des Gesamtgewichtes bei vollen Vorräten abzubremsen, sie wirkt mittelst zweier aufsen am Rahmen unter dem Führerstand befestigter Bremszylinder einseitig auf die 3 vorderen Kuppelachsen. Das Bremsgestänge ist mit Ausgleichhebeln versehen und kann durch Spannschlösser in den Hauptzugstangen nachgestellt werden. Die zum Bremsen nötige Prefsluft wird durch eine Luftpumpe, Bauart Schleifer,

Abb. 4. Gelände mit Brücken, Schachert, Vuelta Larga und Los Quelbras.

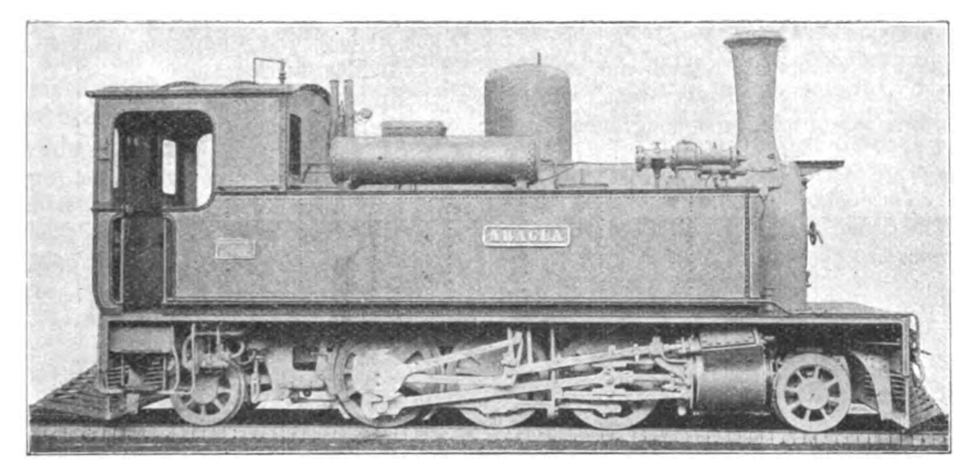


erzeugt und in einem zwischen den Rahmen liegenden Hauptluftbehälter aufgespeichert.

Die Wasservorräte von 7,5 cbm werden in zwei seitlichen Kästen, sowie in einem im Kohlenkasten eingebauten Raum, der mit den seitlichen Kästen durch grofse Rohre verbunden ist, mitgeführt. Der Kohlenbehälter von 2 500 kg Inhalt ist hinter dem Führerstand untergebracht und durch besondere Leitern und Tritte leicht besteigbar.

Der Kessel hat die normale Bauart mit einem Stehkessel von halbrunder Form, der seitlich den Rahmen überragt, auf den er sich durch starke Gleitlager und Schlingerstücke stützt. Die Feuerbüchse ist von unten eingebracht und mit dem Stehkessel durch einen starken Bodenring doppelreihig vernietet, so dafs grofse Wasserräume zwischen Feuerbüchse und Stehkessel gebildet werden. Der Stehkessel ist mit den erforderlichen Quer- und Längsankern versteift und mit zahlreichen Auswaschöffnungen versehen. Seine Rückwand ist bis auf den oberen Teil geneigt ausgeführt. Der Langkessel enthält 104 Rauchröhre von 64/70 mm Durchmesser zur Aufnahme des Kleinrohrüberhitzers, 48 Heizrohre von 41/46 und 10 Ankerrohre von 35/45 mm Durchmesser bei 3400 mm Länge zwischen den Rohrwänden.

Abb. 5. 1 C 1 Tenderlokomotive.



Der Dampfdom zur Aufnahme des Reglers ist in der Mitte des Wasserspiegels angebracht, damit ein Ansaugen des Wassers beim Befahren von Steigungen möglichst vermieden wird. Als Sicherheitsventile sind Hochhubventile Bauart Pop vorgesehen, die vom Führerstand durch einen Zug betätigt werden können. Die Speisung des Kessels erfolgt durch 2 nichtsaugende Injektoren, Bauart Friedmann, von je 120 Liter Wasserlieferung in der Minute.

Die Dampfzylinder sind für rechte und linke Seite nach einem Modell angefertigt. Die Kolben haben 3 Ringe, die Stopfbüchsen sind nach Bauart Schmidt ausgeführt. An jedem Zylinderdeckel ist ein Sicherheitsventil und auf jedem Schieberkasten ein Luftsaugeventil vorgesehen. Eine Leerlaufeinrichtung, die vom Führerstand aus bewegt wird, ist an jedem Zylinder angebracht. Die Treib-, Kuppel- und Exzenterstangen sind für Fettschmierung eingerichtet, die Zapfen haben grofse Abmessungen erhalten, damit ihre Abnutzung auf ein Mindestmafs beschränkt wird. Der Kreuzkopf ist einschienig geführt und mit nachstellbaren Futtern versehen.

Die Steuerung, die durch eine Schraube verstellt wird, ist die Heusingersche. Die Steuerwelle liegt in der Richtung der Schieberschubstange, letztere wird mittelst einer Schleife am Steuerwellenhebel geführt. Eine Rückziehfeder erleichtert das Umlegen der Steuerung. Die Lokomotiven sind weiter ausgerüstet mit Prefsluftsandstreuer, Patent Suckow, durch welchen die erste und dritte Kuppelachse einseitig, die zweite Kuppelachse doppelseitig gesandet wird.

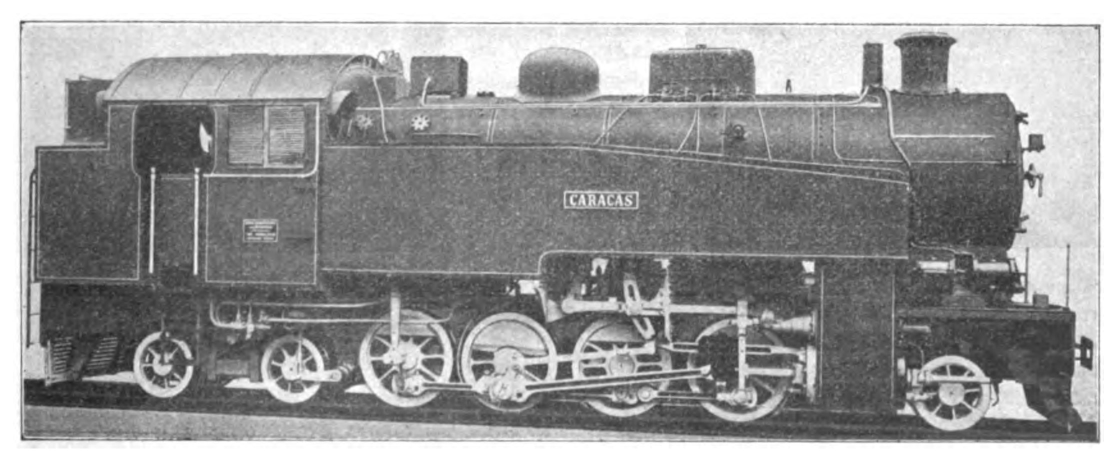
Für die Beleuchtung ist eine elektrische Anlage vorgesehen, deren Strom durch eine Turbodynamo erzeugt wird, die eine Leistung von etwa 290 Watt bei 24 Volt Spannung hat. Der Abdampf vereinigt mit dem der Luftpumpe wird in einen hinter dem Schornstein befindlichen Schalldämpfer geleitet. Die Ölung der Kolben und Schieber erfolgt durch 2 Drillingsölpumpen, Bauart Michalk, und 6 Rohrleitungen. Diese Pumpen sind im Führerhaus leicht übersichtlich aufgestellt und werden von der hinteren Kuppelachse aus angetrieben. Zur Überwachung der Fahrgeschwindigkeit dient ein Haushälterscher Geschwindigkeitsmesser mit Glockenzeichen bei 40 km Geschwindigkeit.

Die Lokomotiven sind bereits 7 Monate ohne jeden Anstand in Betrieb, sind leicht kurvenbeweglich und haben alle in sie gesetzte Erwartungen erfüllt. Ihre Hauptabmessungen sind:

Zylinderdurchmesser	450	mm
Kolbenhub	510	»
Treibraddurchmesser	1 020	»
Laufraddurchmesser	720	»
fester Radstand	2 320	»
Gesamt-Radstand	8 150	»
Dampfüberdruck	13	at
Rostfläche	2,52	qm
Heizfläche der Feuerbüchse .	9,72	»
» » Rohre . . .	95,86	»
» des Überhitzers . .	41,0	»
gesamte Heizfläche	146,58	»
Wasservorrat	7 500	kg
Kohlenvorrat	2 500	»
Leergewicht	51 400	»
Reibungsgewicht	40 000	»
Dienstgewicht	66 000	»
Zugkraft	7 900	»

Für die Flachlandstrecken wurden besondere, für gröfsere Geschwindigkeiten geeignete Lokomotiven beschafft, die in Abb. 7

Abb. 6. 1 D 2 Tenderlokomotive.

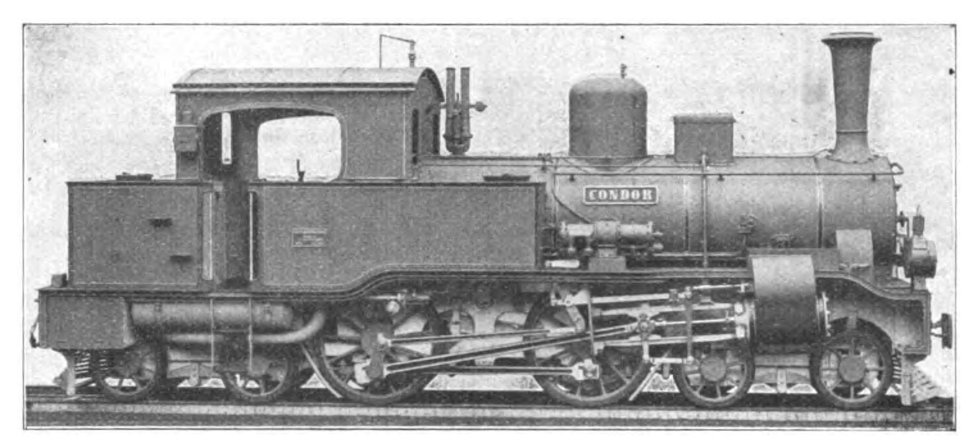


dargestellt sind. Sie sind ebenfalls von der Sächsischen Maschinenfabrik vormals Rich. Hartmannn, Aktiengesellschaft, entworfen und im Jahre 1894 ausgeführt.

Die Lokomotiven haben 2 gekuppelte Achsen und 2 zweiachsige Drehgestelle. Die zweiachsigen Drehgestelle wurden von der Eisenbahnverwaltung gewünscht, weil man ihnen einen ruhigeren Gang als dem einachsigen Bisselgestell zuschreibt. Die Ausrüstung der Lokomotiven ist dieselbe wie die der 1 C 1-Lokomotiven. Die Hauptabmessungen sind:

Zylinderdurchmesser	350	mm
Kolbenhub	580	»
Treibraddurchmesser	1 330	»

Abb. 7. 2 B 2 Tenderlokomotive.



Laufraddurchmesser	1 180	mm
Dampfdruck	10	at
Verdampfungsheizfläche	65,8	qm
Rostfläche	1,1	»
fester Radstand	2 200	mm
Gesamt-Radstand	7 550	»
Wasservorrat	4 000	kg
Kohlenvorrat	1 000	»
Leergewicht	31 700	»
Dienstgewicht	39 500	»
Reibungsgewicht	17 000	»
Zugkraft	3 200	»

Über gerollte Schrauben.

Von Oberregierungsbaurat **Heinig**, Dresden.

Seit einigen Jahren sind Schraubenfabriken dazu übergegangen, das Gewinde durch »Rollen« herzustellen. Hierbei werden die Gewindegänge nicht auf einer Schraubenschneidmaschine durch Zerspanen des Werkstoffes erzeugt, sondern durch Verdrängen desselben beim Durchrollen der Bolzen zwischen zwei Stahlbacken mit einer Riffelung, die dem abgewickelten Schraubengewinde entspricht. Die Stahlbacken stehen sich gegenüber, einer ist fest im Bett der Rollbank gelagert, der andere ist zwangläufig parallel zum ersteren geführt. Die Backen sind auswechselbar. Beim Arbeitsgang prefst sich die Riffelung der Backen in den als Werkstück zwischen sie eingeführten Bolzen während des Hindurchrollens ein, den Werkstoff vom Gewindegrund hinweg nach den Spitzen verdrängend. Der Arbeitsvorgang erfolgt am kalten Bolzen, der genau zylindrisch sein mufs und dessen Durchmesser der Mittelwert zwischen Spitzen und Kerndurchmesser ist. Da gewalzte Stäbe diesen Bedingungen nicht entsprechen, mufs gezogenes oder gefrästes Eisen verarbeitet werden.

Abb. 1. Kleingefüge eines geschnittenen Schraubengewindes. Gewindegrund. 50 fache Vergröfserung.

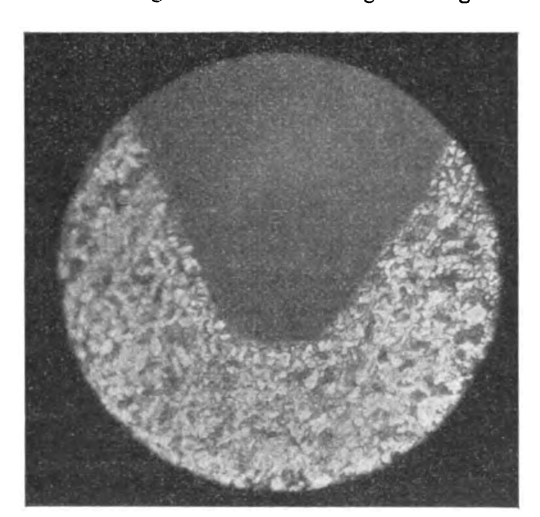
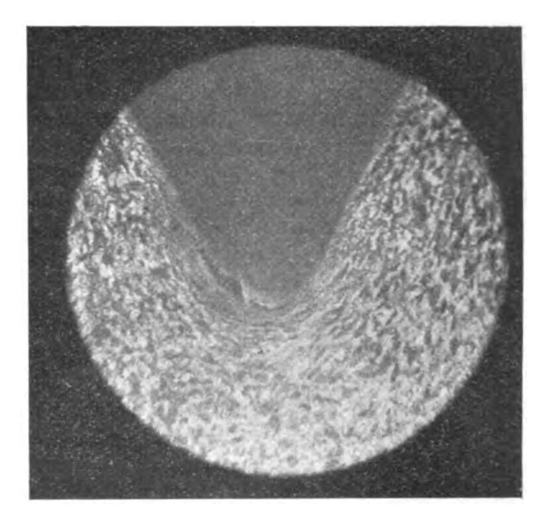


Abb. 2. Kleingefüge eines gerollten Schraubengewindes. Gewindegrund. 50 fache Vergröfserung.



Aus der Herstellungsweise ist ohne weiteres zu erkennen, dafs nur Flufseisen verarbeitet werden kann, Schweifseisen eignet sich seiner sehnigen Struktur wegen nicht, sondern spaltet in den gerollten Gewindegängen auf. Aus Flufseisen hergestellte gerollte Schrauben haben dagegen glatte Gewindegänge, die den geschnittenen in bezug auf Sauberkeit

in keiner Weise nachstehen. Ob die Form der Gewindespitzen allenthalben mathematisch genau eingehalten wird, mag dahingestellt bleiben, fällt aber bei gewöhnlichen Befestigungsschrauben auch nicht ins Gewicht, wohl aber der Preis, der zu gunsten der gerollten Schrauben ausfällt.

Vor allem ist wichtig zu prüfen, ob bei der Eigenart ihrer Herstellung die gerollten Schrauben geringere Festigkeitswerte haben, als geschnittene. Um hierüber Erörterungen anstellen zu können, habe ich 1/2" Schrauben nach beiden genannten Arten herstellen lassen. Hierzu wurde gewalztes Flufseisen verwendet, für das eine Festigkeit von 37 ÷ 44 kg und 20 v. H. Dehnung vorgeschrieben war. Die Zerreifsprobe ergab 45,3 kg und 24,75 v. H. Dehnung, also 70,05 Gütezahl. Hieraus wurden 24 Schraubenbolzen mit warm angestauchten Köpfen hergestellt, aus denen 12 Stück halbzöllige Schraubenbolzen geschnitten und 12 Stück gerollt wurden. Die Zerreifsproben der Schrauben ergaben folgende Zahlen:

	Festigkeit kg/qmm	Dehnung v. H.	Gütezahl
a) Geschnittene Schrauben .	45,9—46,5	9 ÷ 10	54,9—56,5
b) Gerollte Schrauben . .	49,4—49,1	7 ÷ 6	56,4—55,1

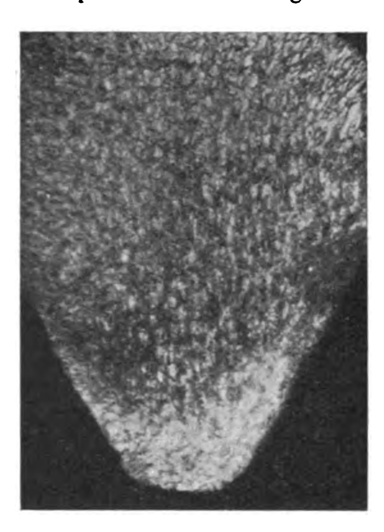
Der Kaltbiegeprobe genügte die geschnittene Schraube, während die gerollte brüchig wurde. Günstige Werte ergaben dagegen die Belastungsproben einzelner Gewindegänge, wie aus folgender Übersicht hervorgeht:

	a) Geschnittene Schrauben	b) Gerollte Schrauben
Bruchlast bei 1 Gang	1600 kg durchschnittl.	1875 kg durchschnittl.
„ „ 2 Gängen	2800 „ „	3350 „ „
„ „ 3 „	3600 „ „	3650 „ „
„ „ 2 1/2 „	3500 „ „	3700 „ „

Besonders bemerkenswert ist das Kleingefüge des gerollten Schraubenbolzens. Um dieses im Vergleich mit geschnittenen Schrauben erkennen zu können, sind von den Versuchsbolzen Längsschnitte geätzt und im Lichtbilde dargestellt worden. Die Schliffe gerollter Bolzen zeigen ganz erheblich verschiedene Lagerung der Körnung von der geschnittener Schrauben.

Bei letzteren ist das Gefüge vollständig gleichmäfsig und gleichartig. Die Form und Dichte der Körner ist überall, an den Spitzen wie im Grunde des Gewindes die gleiche (Textabb. 1). Wesentlich anders ist die Lagerung bei der gerollten Schraube (Textabb. 2). Die ursprünglich vieleckigen Körner haben hier besonders im Gewindegrunde eine längliche Form angenommen und sind so gelagert, dafs ihre Längsachsen der äufseren Gewindeform gleichgerichtet sind. Besonders dicht liegen die Teilchen in den Gewindespitzen. Sie haben hier die langgestreckte Form wieder verloren und bilden ein sehr dicht gelagertes Gefüge (Textabb. 3). Diese Erscheinung wird dadurch erklärt, dafs die nach aufsen verdrängten langgestreckten Körner in dem Grunde der Riffelung an der Rollplatte starken Gegendruck fanden und an weiterer Ausweichung verhindert wurden. Die eigentümliche Lagerung tritt besonders im Gewindegrunde hervor, so dafs man von einer Lagerung nach Art der Kraftlinien sprechen kann. Die Teilchen sind bis zu einer Tiefe von etwa 0,5 mm umgelagert. Abb. 2 läfst deutlich erkennen, dafs im Kerne des Schraubenbolzens die Lagerung der Körner unverändert geblieben ist. Aus dieser Erscheinung, d. h. aus der gröfseren Dichte, die das Rollverfahren erzeugt, sind die gröfseren Festigkeiten gerollter Schrauben gegenüber geschnittenen zu erklären, wobei allerdings eine gröfsere Sprödigkeit in Kauf genommen werden mufs.

Abb. 3. Kleingefüge eines gerollten Schraubengewindes. Gewindespitzen. 50 fache Vergröfserung.



Persönliches.

Ministerialdirektor Krause †.

Am 12. April d. J., kurz nach seinem Übertritt in den Ruhestand auf Grund des allgemeinen Personalabbaues, ist der Ministerialdirektor der Eisenbahn-Bauabteilung des Reichsverkehrsministeriums Friedrich Krause unerwartet verstorben.

Nach erfolgreichem Besuch der Realschule I. Ordnung in Harburg und nach vierjährigem Studium auf den technischen Hochschulen in München und Berlin bestand Krause 1886 die erste Staatsprüfung für den Staatsdienst im Ingenieurbaufache und 1889 nach Ausbildung als Regierungsbauführer im Bezirk der damaligen preufsischen Eisenbahndirektion Köln linksrheinisch die zweite Staatsprüfung. Als Regierungsbaumeister war er dann bei den Eisenbahndirektionen Berlin und Breslau beschäftigt. Er zeichnete sich hierbei so aus, dafs er 1902 als Hilfsarbeiter in das Ministerium der öffentlichen Arbeiten berufen wurde. 1906 wurde er Vorstand des Betriebsamtes in Kottbus, 1909 unter Ernennung zum Regierungs- und Baurat Mitglied der Eisenbahndirektion Frankfurt (Main). Anfang 1912 erfolgte seine Berufung nach Berlin als vortragender Rat in die Eisenbahnabteilungen des Ministeriums. Bei Ausbruch des Weltkrieges wurde er dem Chef des Feldeisenbahnwesens Ost als eisenbahntechnischer Berater zugeteilt. Während der ganzen Dauer des Krieges war er auf dem Kriegsschauplatz in Rufsland im Militäreisenbahndienste tätig, seit Oktober 1915 in hervorragender Stellung als Leiter des deutschen Verwaltungsrates in Warschau zur Nutzbarmachung der russischen Eisenbahnen für den allgemeinen öffentlichen Verkehr. 1916 wurde er zum Geheimen Oberbaurat ernannt. Nach Rückkehr in das Ministerium nach Beendigung des Krieges wurde ihm 1919 die Leitung der Bauabteilung unter Ernennung zum Oberbau- und Ministerialdirektor übertragen. Dieses Amt hat er auch nach dem Übergang der preufsischen Staatsbahnen auf das Reich im neugeschaffenen Reichsverkehrsministerium wahrgenommen.

Krause hatte alle den deutschen Beamten nachgerühmten Eigenschaften: Lauterkeit des Charakters, unabirrbare Pflichterfüllung, Fleifs und Zuverlässigkeit und äufserste Bescheidenheit. Dabei war er ein gründlicher Kenner des Eisenbahnwesens, in allen seinen Arbeitsgebieten zeigte er besonders tüchtige Leistungen. Sein Andenken wird in der Eisenbahnverwaltung fortleben.

—t.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die Untergrundbahn von Madrid.

(Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1923, Heft 48/49.)

Bei dem Bau der Untergrundbahn in Madrid hatte man sich im Jahre 1914 zu entscheiden zwischen einer reinen Stadtbahn für den Innenverkehr und einer quer durch die Stadt führenden Verbindungsbahn zwischen den in Madrid einmündenden Hauptbahnen. Man entschied sich für erstere, da die zweite Lösung eine wesentliche Erweiterung des Tunnelquerschnittes erfordert hätte, die zu verbindenden Bahnhöfe zu tief liegen und das Zusammenarbeiten mit den bestehenden Eisenbahngesellschaften Schwierigkeiten gemacht hätte. Weiter dachte man damit eine Schnellbahn zu den nahen Kurorten zu verbinden. Die Konzession von insgesamt sechs Linien wurde an zwei Gesellschaften vergeben. Die beiden Hauptlinien mit zusammen 13,8 km bei einer Spurweite von 1,445 m, einer Höchststeigung von 4 % und einem Mindesthalbmesser von 90 m ziehen von Süd nach Nord und von Ost nach West durch die Stadt. Die Tiefenstrecken wurden im Tunnelbetrieb gebaut, die Tunnel der Tagbaustrecken nur soweit ausgeschachtet, um das Tunnelmauerwerk ausführen zu können, damit die Strafsen möglichst bald wieder hergestellt waren. Erst dann wurde das Erdmaterial im Tunnelinnern weggeschafft. Die Bahn wird elektrisch betrieben. Die Freileitungen liegen in der Gleisachse; als Speiseleitungen dienen sechs Kupferkabel mit je 200 qmm. Jede der vier Achsen der Motorwagen wird von einem Motor mit 110 PS getrieben. Die Signaleinrichtung ist vorbildlich. Die Linien sind in Teilstrecken eingeteilt; der Zug verläfst eine Teilstrecke erst dann, wenn der vorhergehende Zug bereits die übernächste Teilstrecke verlassen hat. Der gelieferte Strom wird von 15000 V auf 600 V transformiert. **Wa.**

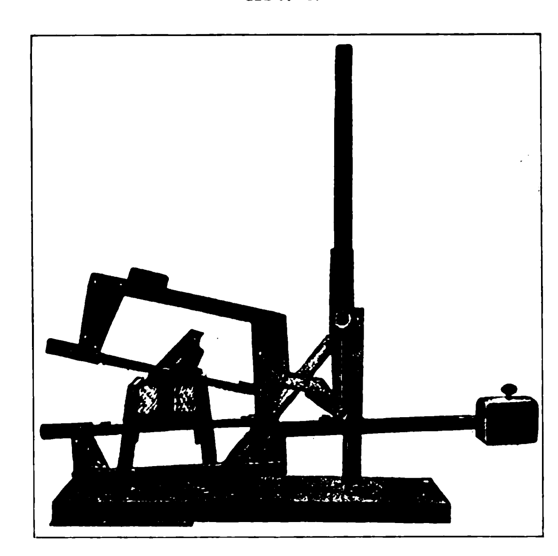
Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Neuere Oberbaugeräte und Gleisarbeiten in England und Amerika.

Die Form der Oberbaugeräte für Handarbeit hat sich im Laufe der Zeit nur wenig verändert. Nachstehend sollen nach Angaben in einer englischen Fachzeitschrift einige solche Geräte beschrieben werden, die sich von den bei uns üblichen wesentlich unterscheiden. Solche Vergleiche können wertvoll sein, da die Oberbaugeräte für die Kosten wie für die rasche und sichere Durchführung von Gleisumbauten grofse Wichtigkeit haben.

Recht praktisch erscheint eine in England empfohlene doppeltwirkende, zweischnittige Schienensäge (Textabb. 1). Sie schneidet die Schiene gleichzeitig von oben und von unten, so dafs der Schnitt gegenüber der einfachen Säge nur die halbe Zeit dauert. Allerdings mufs dabei die doppelte Kraft aufgewendet werden, aber bei Arbeiten im Betriebe kommt es häufig weniger auf den Kraftverbrauch als auf die Zeit an. Die obere Säge ist in der üblichen Art in einen unmittelbar belasteten Bügel eingespannt; das Gewicht, das die untere Säge an die Schiene anprefst, ist an einem Ausleger angebracht.

Abb. 1.



Wird die Verbindung zwischen der oberen und der unteren Säge lösbar gemacht, so kann der obere Teil der Vorrichtung soweit zurückgeklappt werden, dafs kein Stück in den frei zu haltenden Lichtraum hineinragt. Man kann also die Säge schon vor der Vorbeifahrt des letzten Zuges anlegen und dann unmittelbar darauf mit dem Sägen beginnen.

Zur vorläufigen Deckung einer Sägefuge eignet sich die Vorrichtung nach Textabb. 2, die zunächst als Handverschlufs für Weichenzungen gedacht ist, mit untergelegten Laschen aber, paarweise verwendet, auch als Schienennotverband dienen kann. Diese „Schnellklemme" besitzt keine losen Teile, ist also stets verwendungsbereit. Ihre Druckschraube ist in einem drehbaren Kopf gelagert, sie braucht also zum Lösen der Vorrichtung nur soweit zurückgedreht zu werden, dafs der Kopf angehoben und seitlich ausgeschwenkt werden kann. Der Bügel am Fufse der Vorrichtung kann hochgeklappt werden und verhindert dann, dafs sich die Schraube durch Erschütterungen lockert; er ermöglicht aber auch das Anlegen eines Schlosses, um zu verhüten, dafs die Schraube durch unbefugte Hände gelöst wird.

Eine handliche Maschine zum Bohren der Laschenlöcher zeigt Textabb. 3. Sie kann zurückgeklappt werden, so dafs ihre Teile aufserhalb des Lichtraums kommen. Die Kurbel ist verstellbar, um den Bohrdruck dem Widerstand anpassen zu können.

Abb. 2.

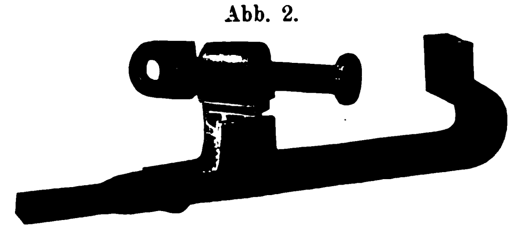
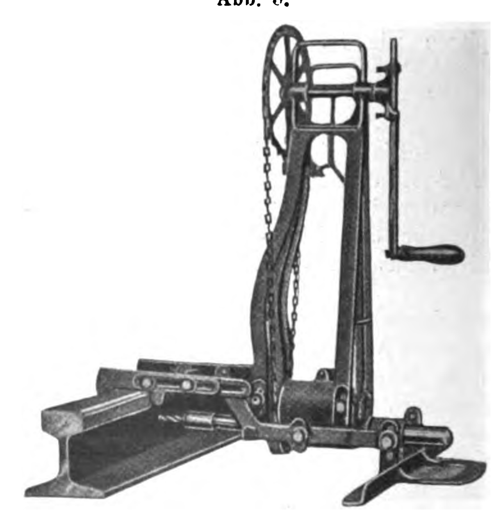


Abb. 3.

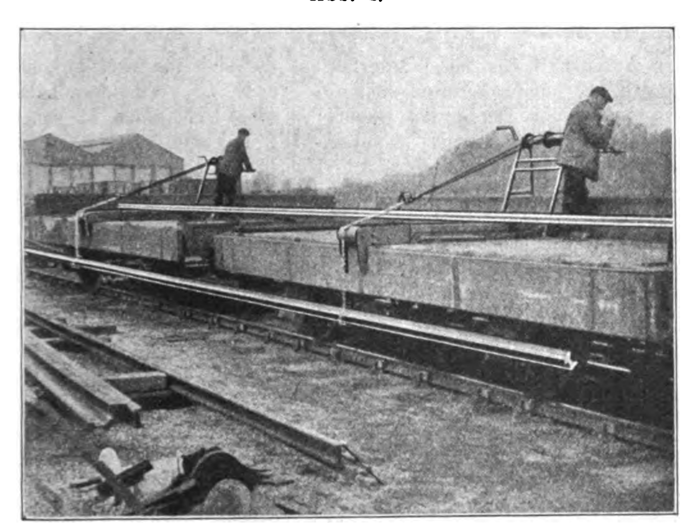


Für das Auswechseln von Schienen hat man auf einer kanadischen Eisenbahn Geräte und Arbeitsweisen eingeführt, bei denen es sozusagen exerziermäfsig zugeht, was ja einerseits Taylorschen Grundsätzen entspricht, während andererseits nicht verkannt werden darf, dafs im Heere der Wert genau vorgeschriebener Bewegungen schon längst erkannt war, ehe der Name Taylor in diesem Zusammenhang ein Schlagwort wurde. Bei diesem Verfahren wurde nach einem englischen Bericht mit 257 Mann eine Strecke von mehr

als einer Meile (1,6 km) Länge mit 50 kg/m schweren Schienen in einer Stunde umgelegt. Die Schienen werden auf Plattformwagen angeliefert, mit besonderen Vorrichtungen an den Rand der Plattform geschoben und dann, genau gleichgerichtet zum Gleis, auf den Schwellköpfen fortlaufend niedergelegt. Nachdem dann die alten Schienen gelöst und nach der Gleismitte zu verschoben sind, werden die neuen Schienen eingerückt, genagelt und verlascht. Es hat sich als zweckmäfsig erwiesen, immer zwei Schienen zu verlaschen und gleichzeitig einzuheben. Von 36 Mann wurden mit 18 Schienenzangen bis zu 90 solcher Doppellängen von je 20 m in der Stunde eingelegt; die gemeinschaftliche Bewegung zweier Schienenlängen hat die Zeit auf die Hälfte vermindert. Die Enden der alten Schienenstränge wurden dann auf die nunmehr befahrbaren neuen Schienen gehoben; ein Wagen, der durch schwere Beladung gegen Entgleisen gesichert war, wurde nunmehr von einer Lokomotive mit einer Geschwindigkeit von etwa 5 bis 6 km in der Stunde über die Umlegungsstrecke gedrückt. Die Flanschen der Räder schoben dabei, keil- oder pflugartig wirkend, die alten Schienen nach aufsen. Sie fielen neben den Fahrschienen nieder und wurden von hier durch einen Bauzug abgeholt.

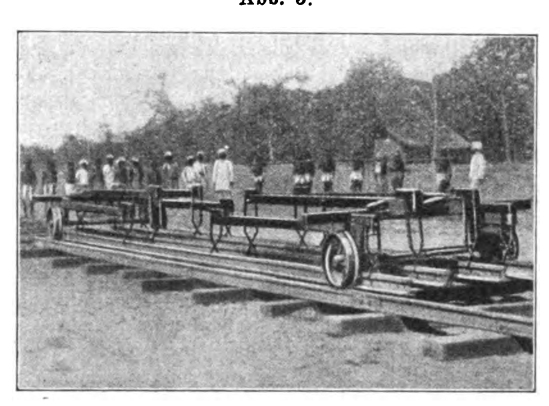
Um das Auf- und Abladen der Schienen auf der Strecke, namentlich für die beschriebene Umlegungsart, zu erleichtern, können die Plattformwagen des Bauzugs mit Hebezeugen nach Textabb. 4 ausgestattet werden. Sie bestehen aus einfachen Winden mit Ketten, die paarweise je eine Schiene erfassen und sie hochheben oder niederlegen. Um die Schienen sicher über den Rand der Plattform zu leiten, sind hier besondere Führungskloben vorgesehen, die zusammen mit entsprechenden Stücken an der gegenüberliegenden Seite des Wagens zugleich die Winden gegen Verschieben quer zur Gleisrichtung sichern. Es wird behauptet, dafs das Abladen einer Schiene mit dieser Vorrichtung noch nicht eine Minute dauert, wobei 16 Mann soviel leisten wie 25 bis 30 Mann in reiner Handarbeit. Dabei ist die Unfallgefahr stark verringert, die Schienen werden sanft und ohne Beschädigung abgesetzt, das Nachbargleis wird nicht versperrt und kann ungehindert befahren werden.

Abb. 4.



Zum Vorbringen von Schienen über die Vorbauspitze hinaus wird auf einer indischen Eisenbahn eine Vorrichtung benutzt, die von den Behinderungen, die das frische Schotterbett und die ausgelegten Schwellen dem Vorstrecken bereiten, frei ist. Sie besteht (Textabb. 5) aus zwei Radsätzen, die durch die zu befördernden Schienen zu einer Art Plattformwagen gekuppelt werden. Auf den Achsen sind zweiarmige Hebel von etwa 3,5 bis 4 m Länge mit untergelegten Böcken nahe an den Rädern befestigt, so dafs keine Verbiegung der Achse eintreten kann. An den beiden Enden der Hebel sind Schienenzangen angebracht. Soll eine Schiene an die Gleisspitze gefahren werden, so wird zunächst das lange Ende des Hebels hochgehoben und die Schiene, die im Gleis bereitgelegt sein mufs, an die Zange des kurzen Endes angehängt. Durch Niederdrücken des langen Endes wird dann die Schiene angehoben, um dann auch noch von der Zange an diesem Ende erfafst zu werden. Die Schiene schwebt nun wagrecht in solcher Höhe, dafs mit dem Fahrzeug auch Weichen und Kreuzungen befahren werden können. Man kann bis vier Hebel nebeneinander anordnen. Hierauf wird das Fahrzeug auf zwei leichten Winkeleisen, die von vier Mann bequem getragen werden können, noch um eine Schienenlänge über die Gleisspitze hinaus vorgefahren. Die Winkeleisen werden als Verlängerung der Fahrschienen auf den Schwellen ausgelegt und auf ihnen leicht angeheftet; sie genügen, um das leichte Fahrzeug zu tragen. Nach dem Niederlegen, das umgekehrt wie das Aufheben vor sich geht, brauchen die Schienen nur noch zur Seite geschoben und vernagelt zu werden. Durch Einführung dieser Fördervorrichtung wurde es möglich gemacht, mit einem Trupp von 85 Mann einen täglichen Fortschritt von 800 m zu erzielen, während vorher allein 24 bis 32 Mann zum Tragen der Schienen nötig waren und täglich nur 200 m geleistet wurden.

Abb. 5.



Zum Schlufs sei noch eine fahrbare Werkstatt erwähnt, die eine amerikanische Eisenbahngesellschaft eingerichtet hat, um abgenutzte Schienen wieder verwendbar zu machen. Von den Schienen werden zu diesem Zwecke die stark abgenutzten Enden auf 30 oder 45 cm Länge abgeschnitten, worauf der besser erhaltene Mittelteil unter entsprechenden Zubufsen wieder in das Gleis verlegt wird. Die fahrbare Werkstatt enthält Sägen und Bohrmaschinen, die von einer Dampfmaschine angetrieben werden. Aufserdem sind die nötigen Hebezeuge vorgesehen, um die Schienen vom Stapel aufzuheben, sie zur Bearbeitung zurechtzulegen und dann wieder neben dem Gleis zu stapeln. Mit 21 Mann können täglich 1800 m Schienen bearbeitet werden. Beim Wiederverlegen der Schienen wird darauf geachtet, dafs Schienen, die früher im Gleis nebeneinander lagen, auch wieder einen fortlaufenden Strang bilden. Wernekke.

Die Gleisstopfmaschine Muster 1924 der Friedr. Krupp A.-G.

Regierungsbaurat Hampke, Altona, der Erfinder der deutschen Schwellenstopfmaschine*) ersucht mich, meinen Ausführungen im Organ 1924, Heft 1, S. 16/17 über eine neue schwedische Schwellenstopfmaschine anzufügen, dafs sich die neue schwedische Gleisstopfmaschine von der deutschen Maschine, die von Krupp in Essen gebaut wird, im wesentlichen durch ihr höheres Gewicht und dadurch unterscheidet, dafs sie mit Wasser statt mit Luft gekühlt wird, wodurch sich das Betriebsgewicht noch weiter erhöht und die Anwendungsmöglichkeiten eingeschränkt werden. Die deutsche Maschine könne ebensogut wie die schwedische auf ein fahrbares Untergestell gesetzt werden; dann sei sie aber auf Strecken mit starkem Verkehr nicht anwendbar, da sie nach § 103 (11 a) der Fahrdienstvorschriften 15 Minuten vor der fahrplanmäfsigen Durchfahrt eines Zuges aus dem Gleis entfernt werden mufs. Die deutsche Maschine ist auf einem Schlitten untergebracht, der auf den Schwellenköpfen gleitet, damit ebenso wie bei der Handstopfung jede auch die kleinste Zugpause ausgenützt werden kann. Die schwedische Maschine ist der deutschen Maschine nachgebildet. Die Rechtmäfsigkeit der Patente ist angefochten. Das Verfahren steht vor dem Abschlufs.

In ihrer ersten Bauart hatte die Gleisstopfmaschine von Hampke eine besondere Kraftquelle und elektrischen Antrieb. Inzwischen hat sich die Bauart ganz wesentlich entwickelt und es sind sehr erhebliche Abweichungen gegenüber der ersten Ausführung eingetreten. Durch Anwendung der ventillosen, luftgekühlten Zweitaktbauart der

*) Organ 1915, Seite 389.

Abb. 1.

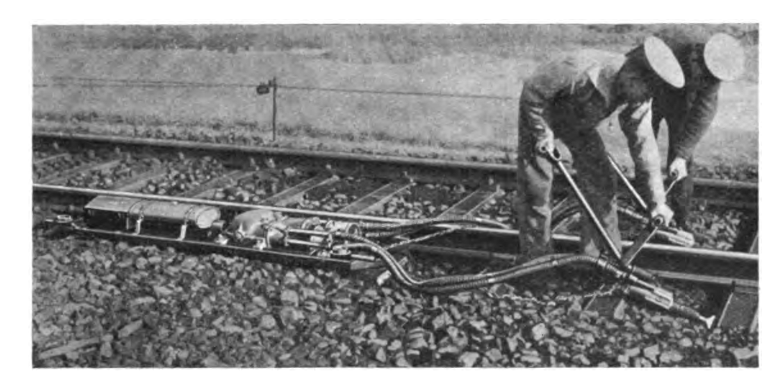


Abb. 2.



Zwillingsmotorluftpumpe wurde die Betriebssicherheit des Motors erhöht und die Bedienung und Behandlung vereinfacht. Neben der Verbesserung einiger Einzelteile tritt der geringere Brennstoffverbrauch gegenüber der ersten Ausführung (etwa 14 kg in 8 Stunden) besonders hervor.

Die verbesserte Gleisstopfmaschine soll schon 56 Stunden ununterbrochen bei 1400 Umlauf in der Minute gleichmäfsig bei normalem Brennstoffverbrauch gelaufen sein und damit ein bisher noch nicht erreichtes Ergebnis erzielt haben.

Nach den Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Firma Krupp betragen die Kosten für Maschinenarbeit der Gleisstopfung nur etwa 73 v. H. derer für Handarbeit und es leistet in der Maschinenrotte ein Arbeiter durchschnittlich mehr als das Doppelte wie in einer reinen Handarbeiterrotte. Dabei soll das mit der Maschine unterstopfte Gleis eine wesentlich längere Liegezeit haben, was ebenso wie der nicht geringe Nutzen der Schonung der Schienen, Schwellen und Fahrzeuge infolge der besseren Gleislagerung in der Wirtschaftlichkeitsberechnung noch gar nicht berücksichtigt ist.

Die Textabbildung 1 zeigt die Gleisstopfmaschine bei der Arbeit, Abbildung 2 das Ergebnis des Maschinenstopfens im Vergleich mit Handstopfen. Aus diesem Bild ist deutlich zu erkennen, wie bei der einseitig von der Maschine gestopften Schwelle der Schotter nach Art von Bruchsteinmauerwerk sich fest ineinanderfügt, während bei der zweiseitig von Hand gestopften Schwelle grofse Lücken bestehen bleiben.

Zum gleichmäfsig fortschreitenden Stopfen sind zwei Maschinen erforderlich und zwar stopft je ein Rottenarbeiter stets innerhalb, der andere aufserhalb der Schienen. Die Gleisstopfmaschine ist für jeden Bettungsstoff, sei es Sand, Kies oder Steinschlag geeignet. — Das eigentliche Arbeitsmittel ist der Stopfer. Da jeder Kurbelumdrehung immer ein Schlag des Stopfers entspricht, wird bei etwa 1400 Umdrehungen in der Minute der Schotter in eine fortlaufende Bewegung versetzt und fast lückenlos ineinander geschoben. Eine mit der Maschine unterstopfte Schwelle soll daher fester liegen als eine von Hand gestopfte. Aus der schiebenden Bewegung des Schotters ergibt sich, dafs die Schwellen mit der Maschine nur einseitig gestopft zu werden brauchen und dafs hierbei doch alle Hohlräume ausgefüllt werden.

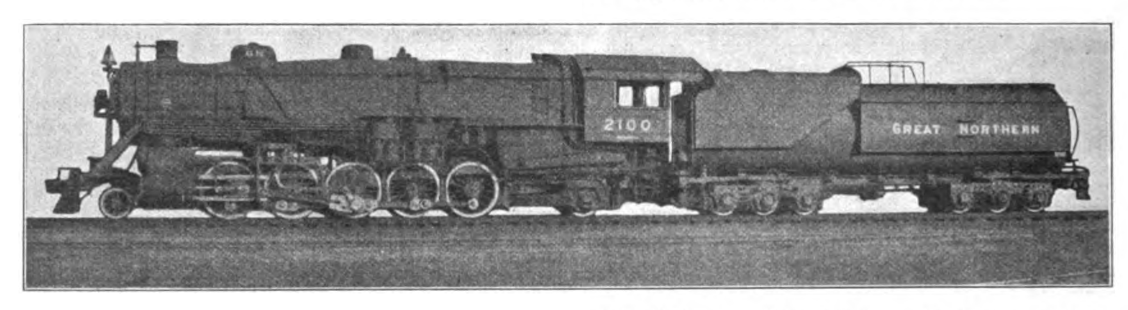
Dr. Saller.

Lokomotiven und Wagen.

1 E 1 - h 2 Güterzuglokomotive der amerikanischen Great Northern-Bahn.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 8.)

Zwecks Erhöhung der Schlepplasten und Fahrgeschwindigkeiten im Gebiet der Rocky Mountains hat die genannte Bahngesellschaft 30 Lokomotiven der angegebenen Bauart von Baldwin beschafft. Sie sollen mit einem gesamten Dienstgewicht von 312,2 t die bisher verwendeten 291 t schweren Gelenklokomotiven ersetzen. Auf Steilrampen mit 18‰ Steigung befördern zwei der neuen Lokomotiven Züge von 2700 t Gewicht. Dabei sind die im Vorspanndienst verwendeten Lokomotiven mit einer Zusatzdampfmaschine („Booster") ausgerüstet, der ihre Zugkraft um etwa 4500 kg vergröfsert. Um einen Aufenthalt für das Wasserfassen, der sich für zwei Lokomotiven auf 40 bis 50 Minuten belaufen würde, zu vermeiden, haben die sechsachsigen Tender der Bauart Vanderbilt einen Fassungsraum von 57 cbm Wasser erhalten. Die Lokomotiven haben Ölfeuerung; der Kessel hat Grofsrohr-Überhitzer und Belpaire-Feuerbüchse mit einer 1372 mm langen Verbrennungskammer, der Feuerschirm liegt auf fünf Rohren. An Einzelheiten sind noch zu erwähnen die Heusinger-Steuerung mit Kraftumstellung nach Ragonnet, eine Radreifenschmiervorrichtung, die Luftdruckbremse mit zwei $8^{1}/_{2}$" Kreuzverbund-Luftpumpen, die King-Packungen, sowie die Zylinder- und Schieberbüchsen aus Hunt-Spiller-Eisen. Die Textabb. zeigt den allgemeinen Aufbau der Lokomotive.



Die Hauptabmessungen sind:

Zylinderdurchmesser d	787 mm
Kolbenhub h	813 „
Kesseldurchmesser aufsen (vorn)	2286 „
Feuerbüchse, Länge	3353 „
„ , Weite	2438 „
Heizrohre, Anzahl	270
„ , Durchmesser	57 mm
Rauchrohre, Anzahl	60
„ , Durchmesser	140 mm
Rohrlänge	6401 „
Heizfläche der Feuerbüchse mit Verbrennungsdauer und Wasserrohren	44,3 qm
Heizfläche der Rohre	478,0 „
„ des Überhitzers	141,0 „
„ im Ganzen H	663,3 „
Rostfläche R	8,2 „
Durchmesser der Treibräder D	1600 mm
„ „ Laufräder, vorn	851 „
„ „ „ hinten	1080 „
Achsstand der Kuppelachsen	6706 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12979 „

Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	27372 mm
Reibungsgewicht G_1	155,0 t
Achsdruck der vorderen Laufachse	11,2 „
„ „ hinteren „	25,0 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	191,2 „
„ des Tenders	130,0 „
Vorrat an Wasser	57 cbm
„ „ Heizöl	19 „
Zugkraft ohne Zusatzdampfmaschine (nach der Quelle)	39100 kg
Zugkraft der Zusatzmaschine (nach der Quelle)	4500 „
Verhältnis H : R =	81
„ H : G =	3,47 „
„ H : G_1 =	4,28

R. D.

1 D-h 2 Personenzuglokomotive der tschechoslowakischen Staatsbahn.

(„Die Lokomotive" 1924 Nr. 1.)

Zehn Stück solcher Lokomotiven hatte das englische Kriegsministerium während des Kriegs bei der „Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur" bestellt Da sie erst nach dem Waffenstillstand zur Ablieferung kamen, wurden sie von der Tschechoslowakei aufgekauft, deren slowakische Linien nach dem Abzug der Ungarn Lokomotivmangel hatten. Die Lokomotiven befördern Schnell- und Personenzüge mit Geschwindigkeit bis zu 65 km/Std. und durchfahren Krümmungen bis zu 100 m kleinstem Halbmesser. Die vordere, als Bisselachse ausgebildete Laufachse hat hierfür beiderseits 105 mm Ausschlag, die 2. und 4. Kuppelachse beiderseits 20 mm Seitenverschiebung erhalten. Die unter 1:20 geneigten Dampfzylinder liegen aufsen und treiben die 3. Kuppelachse an. Die Kolbenschieber haben 250 mm Durchmesser und innere Einströmung. Die Schwinge ist fliegend aufgehängt; die Kuppelstangen haben ausgebuchste Lager, nur die am Treibzapfen angreifenden Köpfe besitzen Nachstellkeile. Der Kessel üblicher Bauart hat Robinson-Überhitzer; zwei Stück 3"Pop-Sicherheitsventile sitzen über der Feuerbüchse. Zur Speisung dienen zwei saugende Dampfstrahlpumpen, Bauart Gresham und Craven. Die Westinghouse-Druckluftbremse wirkt einklötzig von hinten auf alle Kuppelräder. Ein auf dem Kessel sitzender Sandkasten mit Handzug wirft Sand vor je zwei Räderpaare in jeder Fahrtrichtung.

Eine Schmierpresse, Bauart Wakefield, mit 8 Ausläufen schmiert Kolben und Schieber. Der dreiachsige Tender hat schmalen überhöhten Kohlenbunker und lange seitliche Füllöffnungen.

Die Hauptverhältnisse sind:

Kesselüberdruck p	13	at
Zylinderdurchmesser d	534	mm
Kolbenhub h	640	„
Kesseldurchmesser innen, gröfster	1550	„
Kesselmitte über Schienenoberkante	2650	„
Heizrohre, Anzahl	136	Stück
„ Durchmesser	44,5/50,8	mm
Rauchrohre, Anzahl	22	Stück
„ Durchmesser	125/133	mm
Rohrlänge	4690	„
Wasserberührte Heizfläche der Feuerbüchse	14,8	qm
„ „ „ Rohre	144,6	„
Heizfläche des Überhitzers	28,6	„
„ — im Ganzen — H	188,0	„
Rostfläche R	2,52	„
Durchmesser der Treibräder D	1379	mm
„ „ Laufräder	952	„
Fester Achsstand	3400	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	7600	„
Reibungsgewicht G_1	60,0	t
Dienstgewicht der Lokomotive G	71,4	„
Leergewicht „ „	65,4	„
Dienstgewicht des Tenders	42,0	„
Leergewicht „ „	16,5	„
Vorrat an Wasser	18,0	cbm
Vorrat an Brennstoff	7,0	t
Zugkraft $Z = 0,5 . p \, (d^{cm})^2 h : D =$	8610	kg
H : R =	74,7	
H : G =	2,5	
H : G_1 =	3,1	
Z : H =	46	
Z : G =	121	
Z : G_1 =	144	

R. D.

Im Gewinde dichte Stehbolzen.

Im Januar d. Js. hielt Oberregierungsbaurat Iltgen in der Deutschen maschinentechnischen Gesellschaft in Berlin einen Vortrag über das Thema: „Im Gewinde dichte Stehbolzen". Der Redner erläuterte zunächst die Beanspruchung des Stehbolzens infolge der verschiedenen Wärmedehnung der kupfernen Feuerbuchse und des eisernen Stehkessels, sowie des durch die Heiz- und Rauchrohre auf die Feuerkiste ausgeübten Schubes. Die Beanspruchung durch Biegung wird auf diese Weise gröfser als diejenige durch Zug. Dauerhaftes Dichthalten wird sich daher nur erzielen lassen mit Stehbolzen, die die Gewindelöcher unter Pressung voll ausfüllen. Es wurde auf die Mängel der bisher fast ausschliefslich verwendeten Aufdornverfahren hingewiesen, insbesondere auf die hierbei auftretende erhebliche Verlängerung des Stehbolzens und die dadurch veranlafste Beanspruchung der Bolzen, des Gewindes und der Wände. Die Angaben wurden durch Versuche belegt. Es wurde dann ein von der A. E. G. ausgearbeitetes Verfahren erläutert, bei dessen Anwendung ohne das Hilfsmittel des Aufdornverfahrens eine dampfdichte Verbindung erzielt wird. An Hand von Versuchen wurde gezeigt, dafs mit zylindrischen Stehbolzen gleichen Durchmessers für beide Gewindeenden dieses Ziel nicht erreichbar ist, da ein solcher Stehbolzen beim Durchschrauben durch die eiserne Wand in seinem Durchmesser verändert wird und deshalb in der kupfernen Wand nicht mehr dichthalten kann. Es werden daher Stehbolzen mit zylindrischen Gewindeenden vorgeschlagen, deren Durchmesser um 0,4 mm gegeneinander abgestuft sind. Aufserdem erhält der Spitzendurchmesser des Stehbolzengewindes gegenüber dem Muttergewinde in der Wand ein Übermafs von 0,2 und der Kerndurchmesser ein solches von 0,15 mm. Hierdurch sollen kleine Ungenauigkeiten in der Herstellung des Stehbolzens und Muttergewindes in der Weise ausgeglichen werden, dafs durch Verdrückung der Gewindespitzen auch in den Flanken unter allen Umständen dichte Anlage erzielt wird. Es wurden sodann die Genauigkeitsanforderungen besprochen, die an die Herstellung der Reibahlen, Gewindebohrer und Stehbolzen selbst zu stellen sind. Vorgeschlagen wurden Gewindebohrer von einheitlichen Abmessungen und zwar ein Vorschneider, der durch beide Wände mittels Prefsluftmaschine durchgedreht wird und ein von Hand zu bedienender Nachschneider, der lediglich das Gewindeloch in der Stehkesselwand um 0,4 mm nachschneidet. Der Einflufs von Abweichungen des Flankendurchmessers, Gewindewinkels und der Steigung auf die Dichtheit der Verbindung wurde näher erläutert, die hiernach einzuhaltenden Toleranzen wurden besprochen, sowie die Mafse für die normalen Gewindebohrer und Reibahlen, für die Stufen 26, 28, 30 und 32 mm Durchmesser, die für die Folge als einheitliche Ausführung vorgeschlagen werden, begründet. Bei der Stehbolzenherstellung wurde eine Toleranz von —0,05 für den Spitzen-, Flanken- und Kerndurchmesser vorgeschlagen Endlich wurden die zur Anfertigung der Stehbolzen und zur Prüfung der Gewindebohrer zweckmäfsig zu verwendenden Mefswerkzeuge, Maschinen und Hilfsmittel besprochen. In dem Eisenbahn-Ausbesserungswerk Tempelhof ist das beschriebene Verfahren eingeführt und hat sich bei der Ausbesserung von mehr als 100 Kesseln gut bewährt. Iltgen.

Verbesserte Gegenmutter.

In Heft 12 des Jahrgangs 1923 ist unter der Bezeichnung „Stellmutter Titan" eine Gegenmutter beschrieben, die auf der Differentialwirkung zweier Schraubengänge verschiedener Steigung beruht. Wir werden von Professor A. Bauer von der Montanistischen Hochschule in Lauban in einer Zuschrift darauf aufmerksam gemacht, dafs sich die beschriebene Mutter vollständig mit einer von ihm erdachten, verbesserten Gegenmutter deckt, deren Beschreibung und Berechnung er in dem Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuch der Montanistischen Hochschule in Lauban, Band 69 und 70, Jahr 1921/22 veröffentlicht hat. Die neue Mutter erscheint von besonderem Vorteil für die Köpfe von Treib- und Kuppelstangen.

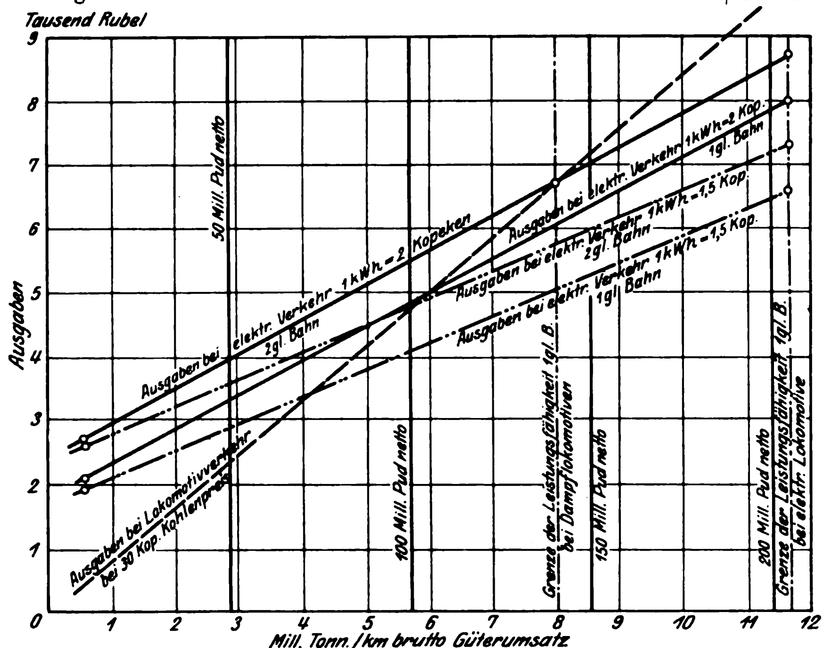
D. Schriftleitung.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs von Eisenbahnen mittlerer Betriebsstärke, die sich im Bereich von Kraftwerken befinden.

(Technika i. Ekonomika 1923, Nr. 11, S. 565.)

Im Bereiche vorhandener oder im Bau befindlicher großer elektrischer Werke, die den Eisenbahnen die erforderliche Energie zu verhältnismäßsig niedrigem Preise ablassen können, wird die Einführung elektrischer Zugförderung dadurch besonders begünstigt, daß eine der wesentlichsten Ausgaben, der Bau der Kraftwerke, der in manchen Fällen die Hälfte der Gesamtausgaben verschlingt, hierbei wegfällt.



In der Quelle werden Berechnungen angestellt zu dem Zwecke, das Anwachsen der Ausgaben mit der Zunahme des Betriebes bei Dampf- und elektrischer Zugkraft zu bestimmen für eine Strecke, die mittleren Betrieb mit einem Güterumsatz von 100—150 Millionen Pud/Werst auf die Werst (1,64—2,46 Millionen tkm auf 1 km) besitzt. Der Berechnung liegt eine eingleisige Strecke mit ziemlich beträchtlichen Steigungen zu Grunde, die bei der gegenwärtigen Schraubenkupplung nicht mehr erlaubten das Zuggewicht wesentlich zu erhöhen, und mit Ausweichgleisen beiläufig alle 10 km. Die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit wird bei Dampfbetrieb zu 20 und bei elektrischem Betrieb zu 30 Zugpaaren täglich angenommen. Nebenher sind auch für zweigleisige Bahn Berechnungen angestellt. Die Ungleichmäßigkeit des Betriebs ist zu 1,5 angenommen, das Höchstgewicht eines Zuges zu 820 t. Bei den angenommenen Zahlen können im Jahr bei Dampfbetrieb 8 Millionen und bei elektrischem Betrieb 11,7 Millionen tkm geleistet werden. Es ist angenommen, daß der Wert der angeschafften elektrischen Lokomotiven durch den Wert der freigewordenen Dampflokomotiven ausgeglichen wird, wobei jede elektrische zwei Dampflokomotiven ablösen soll. Der Kapitalwert der elektrischen Lokomotiven wird daher nicht in Rechnung gestellt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind im Schaubild (Textabb.) dargestellt. Das Schaubild zeigt, daß der elektrische Betrieb günstig wird bei einem Preise von etwa 3 Pfg. für die kWh, für einen Güterumsatz von etwa 4 Millionen tkm/km brutto bei eingleisiger Bahn und von etwa 4 Millionen tkm/km bei zweigleisiger Bahn.

Bei diesen Berechnungen sind außer acht gelassen: Die Verminderung der Kosten für Lokomotiv- und Zugpersonal infolge besserer Ausnützung der elektrischen Lokomotiven im Vergleich zu Dampflokomotiven und der Erhöhung der Geschwindigkeit bei elektrischem Betrieb, die Abminderung der Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven im Vergleich zu denen der Dampflokomotiven, endlich die Abminderung der Kosten für Wasserversorgung bei Übergang zum elektrischen Betrieb.

Außerdem ist nicht in Rechnung gezogen die Vergrößerung der Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen um beiläufig 50 v. H., wodurch bei eingleisigen Bahnen der Bau des zweiten Gleises und bei zweigleisigen Bahnen der Bau von Entlastungsstrecken hinausgeschoben werden kann.

Alle Berechnungen sind zu Vorkriegspreisen und Vorkriegsrubeln erstellt. Dr. S.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Die längste Lokomotivfahrt in Amerika.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 10.)

Die Missouri—Kansas—Texas-Eisenbahn, die auf dem Gebiete der Durchführung langer Lokomotivfahrten bahnbrechend vorangegangen ist, führt neuerdings zwischen Franklin (Mo) und San Antonio (Tex.) im regelmäßigen Dienst Fahrten über eine Strecke von 1403 km ohne Lokomotivwechsel aus. Die hierfür verwendete Lokomotive der Bauart Pacific (2 C 1-h 2) besitzt nach den Angaben der Quelle eine Zugkraft von 18500 kg. Der Tender faßt 45,4 cbm Wasser und 18,2 cbm Heizöl. Der Brennstoff wird unterwegs zweimal ergänzt. An jeder Fahrt sind 4 Personale beteiligt, die sich auf bestimmten Stationen ablösen und dabei jedesmal die Schmierapparate, Triebstangenköpfe usw. nachfüllen. Die mittlere Geschwindigkeit des aus 15 Wagen bestehenden Zuges beträgt zwischen 57 und 70 km/Std., wobei Steigungen von 10‰, teilweise sogar von 13‰ zu befahren sind. Auf den Endstationen ist genügend Aufenthalt zur Instandsetzung der Lokomotive und zur Ausführung kleiner Ausbesserungen vorgesehen. Die monatliche Leistung der Lokomotiven beträgt 16684 km. Pfl.

Nebelsignal mit Aga-Blinklicht.

(Railway Gazette Bd. 40, Nr. 10.)

Bei dem in England häufig vorkommenden starken Nebel verdoppeln die englischen Eisenbahnen ihre Signale durch eine Art Vor- oder Wiederholungssignal. Bei elektrischen Bahnen, bei denen auch die Signale elektrisch erleuchtet sind, macht die Beleuchtung dieser Wiederholungssignale keine Schwierigkeiten, bei Dampfbahnen müssen dagegen zu diesem Zweck besondere Vorkehrungen getroffen werden. Neuerdings wird für solche Signale ein Azetylen-Blinklicht erprobt, das nach dem Muster von Leuchtturmlichtern gebaut ist. Zu der Vorrichtung gehört ein Behälter, in dem sich aufgelöstes Azetylen unter Druck befindet und der in einem Schrank am Fuße des Mastsignals untergebracht wird. Eine Zündflamme brennt dauernd; der Druck des Gases im Behälter betätigt die Vorrichtung, die das Blinken hervorruft, nachdem sie durch einen elektrischen Fernschalter in Tätigkeit gesetzt ist. Das Licht mit etwa 4000 Kerzenstärken blinkt 200 mal in der Minute; Dunkelheit und Licht sind so verteilt, daß das Blinklicht erheblich kürzere Zeit leuchtet, als die Dunkelheit dauert, die Nachwirkung im Auge läßt aber die Zeitverteilung umgekehrt erscheinen. Der Behälter wird in zwei Größen geliefert: für eine Brenndauer von 30 mal 24 Stunden und von 33 mal 24 Stunden. Da aber die volle Flamme nur bei Bedarf eingeschaltet wird, während sonst nur die Zündflamme brennt, reicht eine solche Füllung für einen weit längeren Zeitraum. Es ist nur nötig, von Zeit zu Zeit zu prüfen, ob noch der nötige Druck im Behälter vorhanden ist. Sonst ist eine Überwachung kaum nötig. Das Blinken geht, wenn die Vorrichtung einmal eingeschaltet ist, natürlich selbsttätig vor sich. Die rot und grüne Blende, die vor dem Licht angebracht ist, wird ebenfalls selbsttätig von dem Signal gesteuert, das durch das Blinklicht angekündigt wird. Die Kosten für den Betrieb sollen unbedeutend sein. Als Vorteil gegenüber den elektrisch beleuchteten Nebelsignalen wird hervorgehoben, daß die Lichtquelle von Zuleitungen unabhängig ist. Wernekke.

Verschiedenes.

Eisenbahntechnische Tagung und Ausstellung in Berlin.

Über die Tagung, die von dem Verein Deutscher Ingenieure in Verbindung mit der Reichsbahn in der Zeit vom 22. bis 27. September d. J. in Berlin veranstaltet wird, sprach kürzlich Prof. Matschofs vor Vertretern der Presse. Wir geben die Ausführungen im Nachgang zu unserer kurzen Ankündigung der Tagung im vorigen Hefte nach der Z. V. D E. nachfolgend wieder.

Mit der Eisenbahn geht es so wie mit vielen Dingen, die funktionieren; solange man nichts von ihnen hört, glaubt man, dafs alles in schönster Ordnung ist. Wir haben alles das, was die Eisenbahn geleistet hat, bis zum Kriege und auch noch nachher als so selbstverständlich angesehen, dafs man oft auch in Ingenieurkreisen die Meinung hörte, die Eisenbahn wäre eine so fertige Sache, dafs bei ihr eigentlich nicht allzuviel noch zu verbessern wäre, sie wäre eigentlich mehr ein Objekt der Verwaltung, als ein Gegenstand des technischen Fortschrittes. Dringt man aber tiefer in die Materie ein, so sieht man, dafs die Eisenbahn als eines der wichtigsten Glieder des ganzen technischen Wirtschaftslebens von der allgemeinen Regel keine Ausnahme macht, dafs nichts, was die Technik schafft, fertig ist, sondern alles noch einer grofsen Entwicklung entgegengeht. Wir Ingenieure sind der Meinung, dafs die Entwicklung noch nicht auf der Höhe angelangt ist, viel weniger etwa schon am Ende steht, sondern, dafs wir gerade auf diesem Gebiete noch am Anfange stehen, und dafs noch sehr grofse Aufgaben auf dem Gebiete des Verkehrs zu bewältigen sind.

Aus diesen Gedanken heraus entstand die Absicht, einmal in Deutschland einem Kreise von Fachmännern und darüber hinaus zu zeigen, welche Aufgaben technischer Art auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens heute vorherrschend sind. Wir müssen uns bei diesen Aufgaben selbstverständlich beschränken, und da liegt es für uns Deutsche sehr nahe, uns auf die technischen Aufgaben und Fortschritte zu beschränken, die geeignet sind, das Aufbringen der Eisenbahn in wirtschaftlicher Beziehung zu erhöhen. Oder anders ausgedrückt: An sich wäre es technisch sehr interessant, sich einmal den Kopf zu zerbrechen, wie wir unsere Schlafwagen, unsere Speisewagen usw. noch viel schöner einrichten können, wie wir uns vielleicht wunderbare Personenbahnhöfe erbauen könnten usw. Das bringt aber alles nichts ein, kostet vielmehr Geld; durch die schweren Belastungen, die auf uns ruhen und die in noch höherem Mafse uns ja bevorstehen, sind wir gezwungen, in erster Linie auf den Wirkungsgrad zu achten. Wir müssen uns heute namentlich für alle technischen Fortschritte interessieren, die geeignet sind, die wirtschaftlichen Ergebnisse zu erhöhen. Das ist an sich eine Selbstverständlichkeit, und doch kann man das nicht oft wiederholen auch gerade den Ingenieuren gegenüber, die natürlich aus Liebe zu ihrem Beruf manchmal auch gern Projekten und Problemen nachhängen, aus denen in absehbarer Zeit grofse wirtschaftliche Ergebnisse sich vielleicht noch nicht erzielen lassen.

Auch das Ausland wird dann Gelegenheit haben, zu sehen, wie die deutschen Eisenbahningenieure und die deutschen Ingenieure überhaupt gewillt sind, ihre ganze Kraft an den technischen Fortschritt zu setzen. Heute ist im Auslande vielfach der Glaube verbreitet, die Deutschen hätten nur noch für rein wirtschaftliche Fragen, Lohnfragen, Gehaltsfragen u. dgl. mehr Interesse. Nichts ist unrichtiger als das. Der Idealismus, den man immer wieder als Erbgut der Deutschen so gern bezeichnet, ist heute ebenso wach wie früher, und auf Grund dieser ganzen Auffassung arbeiten die Ingenieure auch heute mit besonderer Begeisterung an Problemen, die in die Zukunft weisen. Unter diesem Gesichtspunkt soll die ganze Tagung abgehalten werden, und wir hoffen auch zahlreiche Teilnehmer aus dem Auslande hierbei begrüfsen zu können.

Für die Tagung ist die letzte Woche des September, die Zeit vom 22. bis 27. September in Aussicht genommen. Die Tagung wird in Berlin stattfinden. Sechs Tage sind vorgesehen, die wissenschaftlicher Arbeit gewidmet sind. Von den grofsen Gebieten, die bearbeitet werden sollen, wird zunächst der Gütermassenverkehr behandelt werden. Von ihm hängt ja auch für die Gestaltung in Deutschland sehr viel ab. Unserer Auffassung nach ist es unrichtig, immer wieder zu betonen, einen solchen Gütermassenverkehr kann man wohl in Amerika durchführen, Deutschland wäre dazu aber nicht geeignet. Ich kann als Historiker der Technik sagen, dafs diese Behauptung immer wiedergekehrt ist: auch als in Deutschland die erste Eisenbahn gebaut werden sollte, haben die klugen Leute behauptet, in England könne man wohl Eisenbahnen bauen, aber sonst wohl nirgends auf der Welt. Diese ganze Frage wird am ersten Tage behandelt werden.

Wenn man nun so riesenhafte Gütermassen versenden will unter Verwendung grofser Güterwagen von 50 t mit Schnellentladung, so mufs man diese Wagen auch gut in der Hand haben. Ohne gute Bremsen kann man einen solchen Verkehr nicht bewältigen. Das zweite Hauptthema ist daher das Gebiet der Eisenbahnbremsen. Wenn ich nun diese 50 t-Wagen einführen will, so dünkt uns das in Deutschland eine schwere Belastung des Oberbaus und der Brücken. — In Amerika geht man schon in vollen Schritten dem 100 t-Wagen entgegen, und man mufs den Oberbau und die Brücken wesentlich verstärken. So ist auch dieses Thema der Verstärkung des Oberbaus und der Brücken organisch mit den beiden vorhergehenden Themata verbunden. Wir hoffen, an diesem Tage auch einen guten Besuch zu bekommen aus den Kreisen, in denen ein wirtschaftliches Interesse an der Bewältigung grofser Gütermassen herrscht, wie bei dem Kohlenbergbau, bei der Landwirtschaft u. a. m.

Der zweite Tag wird für den Ingenieur ganz besonderes Interesse haben. Handelt es sich doch hier um die Verbesserung von Lokomotiven. Im vorigen Jahre konnten wir das hundertjährige Jubiläum der ersten Lokomotivfabrik der Welt, von Stephenson in New-Castle, feiern. So jung ist also die ganze Entwicklung! Unter uns leben noch Menschen, die älter sind als die älteste deutsche Eisenbahn; alles das spielt sich also noch im Laufe eines allerdings recht langen Menschenlebens ab. Wir haben bisher immer die Lokomotive verwandt, die Stephenson geschaffen hat. In der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure erschien vor einiger Zeit ein Aufsatz über die „Erste nicht Stephensonsche Lokomotive“. Das sind die Maschinen, die Turbinen mit Oberflächenkondensator verwenden, ganz neue Konstruktionsideen, hier ist der hin- und hergehende Kolben verschwunden. Hier wird es besonders interessant sein, von ersten Fachmännern des In- und Auslandes hierüber berichten zu hören, und es wird auch interessieren, dafs die erste Turbolokomotive, von Krupp gebaut, fahrtbereit in dem Ausstellungspark stehen wird.

Nicht minder interessant ist die Frage, ob man die Explosionsmotoren, die Verbrennungskraftmaschinen, die Dieselmotoren für den Lokomotivbetrieb verwenden kann. Man arbeitet schon seit Jahren hieran. Die Vorträge über die Diesellokomotive, die ein ganz besonderes Interesse für ein Land wie Rufsland mit seinen grofsen Ölvorräten hat, werden im Vordergrund des Interesses stehen, zumal auch der bekannte Professor Lomanossow in Moskau den Hauptvortrag über die Diesellokomotive, die er in Deutschland bestellt hat, und die auch auf der Ausstellung fahrtbereit zu sehen sein wird, halten wird. Nicht weniger als 6 Diesellokomotiven werden dort ausgestellt sein. An diesem Tage wird auch über die Normung, Typung und Spezialisierung im Lokomotivbau gesprochen werden, ein Gebiet, auf dem wir dem Auslande voran sind.

Am dritten Tage findet ein Besuch der Ausstellung statt, über die ich nachher noch sprechen werde.

Der vierte Tag, Donnerstag, wird die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Zugförderung behandeln. Hier werden besonders bemerkenswerte Anregungen des Auslandes zum Vortrag kommen. Auch die elektrischen Stellwerks- und Signalanlagen werden hier eingehend behandelt. Das furchtbare Eisenbahnunglück in der Schweiz hat Veranlassung zu einer besonders regen technischen Tätigkeit gegeben, und so wird dieses Unglück mit seinen Folgen und Lehren bei der Eisenbahntagung auch wohl eine Rolle spielen.

Der fünfte Tag behandelt die Eisenbahnwerkstätten, auch ein sehr wichtiges Thema. Auf dem Gebiete der Werkstätten ist Mustergültiges geleistet worden. Wir hoffen auch vom Auslande, insbesondere von Schweden, einiges Interessantes zu hören.

Am sechsten Tage wird die sehr wichtige Frage der Verschiebe- und Personenbahnhöfe, die Frage der Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes und besonders des Rangierwesens behandelt werden. Hier liegen sehr interessante Probleme vor, die die uralte Methode des Rangierens, wie wir sie alle kennen, etwas umzugestalten suchen, weil wir mit der Leistungsfähigkeit auch unserer gröfsten Güterbahnhöfe am Ende sind, und wenn wir das Geld nicht haben, um riesige neue Bahnhöfe zu bauen, so wird sich die Tätigkeit der Ingenieure in erster Linie darauf richten, ohne zu grofse Geldaufwendungen die Leistungen der vorhandenen Bahnhöfe wesentlich zu steigern.

Für diese Tagung haben wir die Räume der Krollschen Oper am Königsplatz gewonnen, die ja bei der Sitzung des Reichsverbandes der Deutschen Industrie gezeigt haben, wie ausgezeichnet sie als Versammlungslokal wirken können. Aufser diesen Hauptvorträgen werden am Abend noch Sondervorträge stattfinden, für die in der Technischen Hochschule eine ganze Reihe von Sälen zur Verfügung gestellt sind.

Als sehr wichtiger Teil der ganzen Veranstaltung kommen zwei Ausstellungen hinzu, die nur durch das weitsichtige Entgegenkommen der Eisenbahnverwaltung möglich geworden sind. Die eine Ausstellung wird auf den neu entstehenden Rangierbahnhof in Seddin bei Kaputh, nicht weit von Ferch aufgebaut werden. Dieser noch nicht vollendete Rangierbahnhof bietet Platz für diese Ausstellung. Auf dieser Ausstellung soll nicht das behandelt und gezeigt werden, was jeder kennt, sondern das, was für die Zukunft wegweisend ist. Schon heute sind über 40 Dampflokomotiven, die die neueste Entwicklung zeigen werden, von den verschiedenen Firmen fest angemeldet worden. Dort werden feuerlose und Druckluftlokomotiven zu sehen sein. Zehn verschiedene elektrische Lokomotiven und sechs Diesellokomotiven. Dazu kommen Motorlokomotiven, besondere Antriebsfahrzeuge für Rangierzwecke und die schon mehrfach erwähnte Turbolokomotive. Dort werden auch die Grofsgüterwagen, die am ersten Tage eingehend behandelt werden, ausgestellt werden, ferner die Schnellentlader, neueste Personen-, D-Zug-, Schlaf- und Speisewagen, soweit man zeigen kann, dafs durch wesentliche konstruktive Verbesserungen, Normalisierungen usw. die Wagen wesentlich wirtschaftlicher gemacht werden können. Die Reichsbahn wird ihre Sonderwagen für den inneren Betrieb (Giefsereiversuchs-, Unterrichts-, Lokomotivmefs-, Bremsversuchs- und Tunneluntersuchungswagen) den Besuchern zeigen.

Die wichtige Frage des Rangierens wird auf der Ausstellung gut vertreten sein. Man wird dort eine ganze Reihe neuzeitliche Einrichtungen sehen. Auch die Thyssensche Gleisbremse sowie die maschinelle Gleisverlegung wird im Betriebe vorgeführt werden; man hat Maschinen entworfen und betriebsfertig hergestellt, die auf mechanischem Wege Gleise verlegen.

Bei der Industrie ist ein grofses Interesse dafür vorhanden, Spezialwerkzeugmaschinen für Sonderzwecke des Eisenbahnwesens, Schweifsmaschinen usw. dort auszustellen.

Die Ausstellung wird am Sonntag, den 21. September, vorm. 10 Uhr, der Besichtigung freigegeben werden. Gegen ein mäfsiges Eintrittsgeld wird jedem die Möglichkeit gegeben werden, auch den Nichtfachkreisen, die Ausstellung zu besichtigen. Die Verkehrsmöglichkeiten werden von der Reichsbahnverwaltung zur Verfügung gestellt werden, insbesondere werden von Wannsee nach Seddin Motorwagen fahren, so dafs man mit der Stadtbahn nach Wannsee fährt und von dort weiter nach Seddin.

Der Hauptbesuch von der Tagung aus wird am Mittwoch erfolgen. An diesem Tage wird die Reichsbahn Züge zur Verfügung stellen, wie sie gröfser und schwerer bisher noch nicht gefahren sind, 90 Achsenzüge, die Tausende von Reisenden fassen können. Diese Züge werden mit den neuesten Bremsen versehen sein, die Teilnehmer der Fahrt werden an sich selber feststellen können, wie ausgezeichnet die Bremsen wirken, denn es wird eine Bremsversuchsfahrt nach Belzig vorgenommen werden, und auf der Rückfahrt steigen dann die Teilnehmer in Seddin aus, um die Ausstellung zu besichtigen. Man rechnet damit, die Ausstellung mindestens 10 Tage offenzuhalten, wir vermuten aber, dafs die Ausstellung so interessant sein wird, dafs wir gern zugeben werden, sie auf 14 Tage auszudehnen.

Welches Interesse man für diese Ausstellung erwartet, ergibt sich daraus, dafs schon die Anregung vorliegt, man möchte die interessantesten Gegenstände in einem Zuge zusammenstellen und sie in allen Teilen Deutschlands zeigen. Dieser Vorschlag hat etwas Amerikanisches, in Amerika macht man heute schon solche Propagandafahrten, um technische Fortschritte zu zeigen.

Die zweite Ausstellung soll in der Technischen Hochschule stattfinden. Sie soll zeigen, um welche Probleme der technischen Entwicklung es sich hier in erster Linie handelt. Der Lichthof der Technischen Hochschule, die Säle und die breiten Gänge bieten genügend Platz, um in Form von Zeichnungen, Bildern und Modellen einer gröfseren Öffentlichkeit vieles von den Gedanken zu zeigen, die heute auf das Intensivste die Technik und die eisenbahntechnischen Kreise beschäftigen. Auf dieser Ausstellung werden auch Filme in sehr grofsem Umfange vorgeführt werden. Diese Filme sollen in mehreren Sälen laufen, ihre Programme sollen vorher veröffentlicht werden, so dafs jeder in der Lage ist, sich diese technischen Spezialfilme zu bestimmter Zeit anzusehen. Dort werden Filme zu sehen sein über neue Rangiermethoden, Eisenbahnbremsen, Entlade- und Beladevorrichtungen, neueste Kuppelungen u. dgl. mehr. Die Anmeldungen hierfür liegen schon so reichlich vor, dafs wir eher die Schwierigkeit haben werden, die richtige Auswahl zu treffen, als uns Sorge zu machen, dafs zu wenig zu sehen sein wird.

Aufserdem haben sich schon eine Anzahl namhafter Firmen in Berlin sehr gern bereit erklärt, den Teilnehmern an der Versammlung ihre Werke und ihre neuesten Einrichtungen zu zeigen, so dafs also auch da ein reichhaltiges Programm vorliegen wird.

Bücherbesprechungen.

Eisen im Hochbau. Ein Taschenbuch über die Verwendung von Eisen im Hochbau, herausgegeben vom Stahlwerks-Verband, Düsseldorf. Sechste Auflage. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1924. Preis geb. 12.— G.-M.

Von der Beliebtheit des Taschenbuches zeugt schon der schnelle Absatz, den die erst 1920 erschienene fünfte Auflage gefunden hat. Die neue Auflage zeichnet sich durch wertvolle Erweiterungen aus; zugewachsen sind zahlreiche neue Zahlentafeln und Abhandlungen, die neueren amtlichen technischen Bestimmungen und Vorschriften, die bisher vom Normenausschufs der deutschen Industrie veröffentlichten Dinormen und die „Einheitlichen Bezeichnungen für die Entwürfe von Ingenieurbauten". Im Zusammenhang damit sind zahlreiche Tafeln der 5. Auflage für die neue vollständig umgerechnet worden.

Das Ziel des Taschenbuches ist, den Entwerfenden bei der Verwendung des Eisens, namentlich für Zwecke des Hochbaues, weitgehend zu unterstützen und zur Hebung der Wettbewerbsfähigkeit der Eisenbauweise für die einzelnen Bauteile neue Normalprofile und Regelabmessungen herauszustellen, die gröfstenteils auf Lager gehalten werden können. Dieses Ziel ist mit der Neuausgabe voll erreicht: einmal durch die zahlreichen und vielseitigen Zahlentafeln auch für zusammengesetzte Querschnitte, Regelverbindungen und „Anschlüsse", die dem entwerfenden Ingenieur an die Hand gegeben werden und weiter dadurch, dafs er alle wünschenswerten, allgemeinen und besonderen Angaben über Baustoffe und Konstruktionsteile, über die Berechnungs-Grundlagen und die dafür in den einzelnen Bundesstaaten geltenden Sonderbestimmungen, sowie die wesentlichsten Regeln aus der Festigkeitslehre sehr übersichtlich zusammengestellt findet. Zum Schlufs ist noch eine grofse Anzahl allgemeine Zahlentafeln, namentlich mathematische Formeln, sowie Angaben über Eisenbahnfahrzeuge, insbesondere über deren Beladung und über Lichtraumprofile beigefügt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dafs das vorliegende Hilfsbuch in vollem Mafse die Erwartungen erfüllt, die man an ein vom Stahlwerksverband herausgegebenes Taschenbuch zu stellen berechtigt ist. Es kann sowohl für Lehr- und Lernzwecke als auch ganz besonders den ausübenden Ingenieuren wärmstens empfohlen werden. Zosel.

Hebezeuge. Von Richard Vater, „Aus Natur und Geisteswelt", 196. Band, Verlag Teubner. Preis geb. 1,60 M.

Das rühmlichst bekannte Büchlein ist nach dem Tode Vaters von Dr. Fritz Schmidt in 3. Auflage herausgegeben. Es behandelt die Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasförmiger Körper, vorzugsweise also die Hebel, Flaschenzüge und Krane, die Pumpen und Pulsometer, die Gebläse und Ventilatoren. Die lichtvolle, leicht fafsliche Darstellung Vaters ist dem Büchlein erhalten geblieben. Die einfachen, klaren Berechnungen von Arbeitsbedarf und Wirkungsgrad machen das vorliegende Büchlein wie alle ähnlichen Leitfäden Vaters zu einem praktisch brauchbaren Hilfsmittel für den, der es mehr mit der Handhabung als mit dem Entwurf solcher Hilfsmittel zu tun hat. Zumal dem Bauingenieur kann also das neu herausgegebene Werkchen warm empfohlen werden. Dr. Bl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

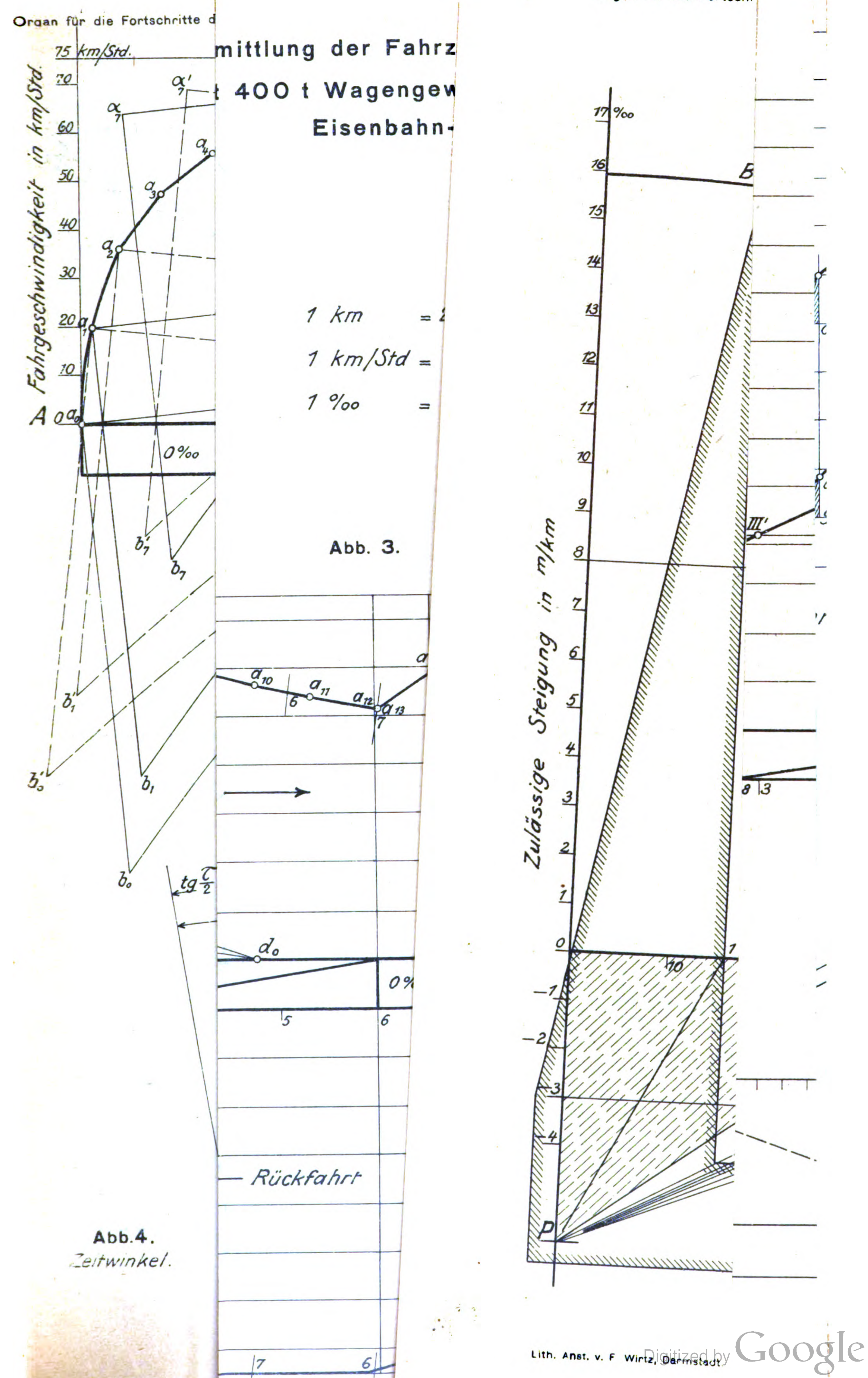


Abb. 3.

Abb. 4.
Zeitwinkel.

1924 HEFT 7

ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.



SQUIRREL
METALLHÜTTE SCHWECHAT
REGISTR SCHUTZMARKE

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang | 15. Juli 1924 | Heft 7

Zur Nachricht.

Seit 1. Januar 1923 ist das „Organ“ nur einmal monatlich erschienen.

Diese Erscheinungsweise entspricht nicht dem Bedürfnis.

Auf allen Gebieten menschlicher Betätigung hat die Nachkriegszeit ein Zweifeln und Forschen, ein Tasten und Suchen, Ringen und Vorwärtsstreben mit sich gebracht.

Auch in der Technik hat eine kritische Prüfung des Vorhandenen auf seine Daseinsberechtigung in der neuen Zeit, ein intensives Streben, die besten Formen für äußerste Wirtschaftlichkeit zu finden, eingesetzt, und nicht zuletzt ist die Eisenbahntechnik auf das eifrigste bestrebt, sich die neuesten Errungenschaften und Fortschritte, die den Keim weitgehender Umwälzungen in sich tragen, nutzbar zu machen und den Betrieb der Eisenbahnen auf die höchstmöglichste Leistungsstufe zu heben.

Einer solchen Zeit gegenüber erwachsen auch der Publizistik besondere Aufgaben. Ihnen Rechnung zu tragen, war das Organ stets bemüht.

Aus diesen Gründen sieht sich die Schriftleitung im Einverständnis mit dem technischen Ausschuß des Vereins veranlaßt, vom laufenden Monat ab das Organ wiederum wie früher, zweimal monatlich unter entsprechender Vermehrung des Umfangs erscheinen zu lassen.

Die beiden Hefte eines Monats tragen das Ausgabedatum des 15. und 30. Monatstages.

Mit Rücksicht auf die unter den bedeutenden eisenbahntechnischen Problemen mit in erster Linie stehende Frage der elektrischen Zugförderung, die jetzt in allen Eisenbahnländern zur Erörterung steht, wird gegen Ende August ein eigenes Heft „Elektrischer Bahnbetrieb“ erscheinen. Es soll darin ein Überblick über den Stand der Elektrisierung in den einzelnen Ländern gegeben werden. Die neuen elektrischen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn werden in Wort und Bild behandelt. Auch der Wirtschaftlichkeit der elektrischen Zugförderung werden Aufsätze gewidmet sein.

Die Schriftleitung.

Abdampftriebtender bei Kolbenlokomotiven.

Von Regierungsbaurat **R. P. Wagner**, Mitglied des Eisenbahnzentralamtes Berlin.

Hierzu Abbildungen auf Tafel 14.

Während der vorangegangene Aufsatz des Verfassers über die Turbolokomotive*) die Einführung des Dampfniederschlages in dem Lokomotivbau unter völliger Umgestaltung der Maschinenanlage behandelt, ist noch nicht das Problem erörtert worden, wie unter Umständen ein Teil der Brennstoffersparnisse, die durch Ausnutzung des Niederschlagbetriebes möglich werden, sich auch an den vorhandenen Kolbenlokomotiven erzielen lasse.

Der einfachste Weg dürfte der Anbau einer Abdampfmaschine sein, die ihren Betriebsdampf von der Ausströmung der unverändert bleibenden Kolbenmaschine erhält. Da nun die Unterbringung zusätzlicher Leistung auf der vorhandenen Lokomotive einerseits wegen Raummangels meist unmöglich, andererseits bei allen richtig bemessenen Kolbenlokomotiven zwecklos ist, weil das Reibungsgewicht der gekuppelten Achsen voll ausgenutzt wird, ergibt sich als naheliegende Lösung der Aufgabe der Austausch des vorhandenen Tenders gegen einen Triebtender, dessen gekuppelte Achsen die zusätzliche Leistung nutzbar machen und der gleichzeitig die Niederschlagseinrichtung erhält. Baulich ergeben sich hierbei günstige Verhältnisse, da der Abdampf von Fahrzeug zu Fahrzeug in einem oder zwei Rohren mäfsigen Durchmessers bei einer den Atmosphärendruck wenig übersteigenden Spannung übergeleitet werden kann und keine Unterdruckleitung von der Lokomotive zum Tender erforderlich wird.

Diese Art der Anordnung bedeutet einmal, dafs fast alle vorhandenen Tenderlokomotiven von dieser Art der Abdampfverwertung praktisch ausgeschlossen sind, da auf ihnen der Raum für die Niederschlagseinrichtung fehlt und die Ausnutzung der Zusatzleistung die wohl selten mögliche Einführung weiterer Kuppelachsen notwendig machen würde.

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1924, Heft 1 u. 2.

Der Anbau eines Turbotriebtenders in der erörterten Form bedeutet also in jedem Falle, wenn, wie weiter unten untersucht werden soll, seine Anbringung wirtschaftliche Vorteile verspricht, eine Erhöhung der vorhandenen Lokomotivleistung ohne Mehrausgaben für Brennstoff, nicht aber ohne weiteres eine Verbilligung des Betriebes der vorhandenen Lokomotiven innerhalb der bisherigen Leistungsgrenzen. Diese wäre vielmehr nur dadurch zu erzielen, dafs mit dem vorhandenen Kolbentriebwerk statt mit Auspuff unmittelbar gegen Unterdruck gearbeitet würde; dieser Weg aber ist, wie bereits in dem eingangs erwähnten Aufsatz*) ausgeführt, dadurch unmöglich, dafs der Durchmesser der Zylinder erheblich vergröfsert und die schädlichen Räume auf ein für Eisenbahnfahrzeuge nicht verwendbares Mafs herabgesetzt würden. Es würden auch die gekuppelten Radsätze der Gegengewichte wegen zu erneuern sein. Daneben würden die Stopfbüchsen des Kolbentriebwerkes, die der schmirgelnden Wirkung des Staubes wegen nicht so dicht gehalten werden können, wie die ortsfester Maschinen, übergrofse Mengen von Luft einlassen, die den Wärmeübergang im Kondensator stark herabsetzen, viel Arbeit zum Auspumpen erfordern und so die Wirtschaftlichkeit ernstlich

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1924, Heft 1 Seite 3 und 4.



gefährden würden. Endlich wäre auch die Überführung des Abdampfes von etwa 0,2 at absolutem Druck nach dem Tender wegen des grofsen Durchmessers der beweglichen Übergangskupplung unzweckmäfsig.

Alle diese Erwägungen führen dazu, die Verbesserung der vorhandenen Kolbenlokomotiven auf dem Wege der Leistungserhöhung zu suchen. Die sich nunmehr ergebende Frage, ob die Abdampfmaschine eine Kolbenmaschine oder eine Turbine sein soll, wird aus den angegebenen Gründen wiederum im Sinne der Turbine zu entscheiden sein.

Daraus ergeben sich für die Bauart einige wichtige, aus den Anforderungen des Betriebes abzuleitende Folgerungen:

Die Fähigkeit der Streckenlokomotive, lange Zeit leer oder unter Last rückwärts zu fahren, darf naturgemäfs nicht beeinträchtigt werden. Da nun jedes Schaufelrad einer Dampfturbine bei umgekehrter Drehrichtung als Kompressor arbeitet und im Gehäuse vorhandene Luft oder Dampf stark durcheinanderwirbelt, würde beim leeren Mitschleppen bei Rückwärtsfahrt die Turbine unter Atmosphärendruck sich stark erwärmen und gefährdet werden. Es bliebe also nur möglich, entweder die Turbine selbst auszukuppeln oder den Unterdruck dauernd zu erhalten. Jenes ist sehr unerwünscht, da die bewegliche Lagerung eines Vorgelegerades den für seine Verzahnungen so dringend notwendigen genauen Eingriff nicht gewährleistet, dieses erfordert den Aufwand von Arbeit für den Kühlerventilator und die Kondensatorluftpumpe ohne irgend welche Gegenleistung. Ferner würden noch Umschaltvorrichtungen für den Abdampf der Kolbenmaschine bei Auspuffbetrieb erforderlich sein.

Daneben mufs, wenn die Lokomotive mit Turbotender ihrer Regelleistung nach als Maschine gröfserer Zugkraft eingestuft wird, die betriebliche Forderung geltend gemacht werden, dafs jeder Zug, der vorwärts angezogen werden kann, auch rückwärts zu bewegen sein mufs, d. h. es wird die volle Zahl der gekuppelten Achsen auch für die Rückwärtsfahrt verfügbar sein müssen.

Aus diesen Erwägungen ergibt sich, dafs es trotz der Forderung einfacher Bauart der Abdampfmaschine nicht möglich sein wird, auf eine Rückwärtsturbine zu verzichten. Da jedoch Tenderlok. mit gleichen Fahreigenschaften in beiden Fahrtrichtungen voraussichtlich für den Anbau einer Abdampfmaschine nicht in Frage kommen, wird man die Abdampfturbine unter Verzicht auf hohe Wirtschaftlichkeit mit kleiner Stufenzahl versehen und die Dampfführung so durchbilden, dafs jeweils die leer mitlaufende Turbine durchweg im Unterdruck läuft. Das ist baulich zu erreichen durch Wechsel der Beaufschlagung, indem die ganze zur Verfügung stehende Dampfmenge jeweils der Vorwärts- oder Rückwärtsturbine zugeleitet wird. Das einfach zu haltende Umschaltorgan kann mit der Steuerschraube des Kolbentriebwerkes verbunden werden. Da beim Anfahren vor der Einleitung der Bewegung noch kein Abdampf von der Kolbenmaschine der Turbine zugeleitet wird, mufs diese durch ein besonderes Anfahrventil vom Kessel aus mit Frischdampf gespeist werden, der bis auf die Eintrittsspannung der Turbine gedrosselt ist. Die hierfür benötigte Dampfmenge kann von dem beim Anfahren wenig belasteten Kessel ohne weiteres abgegeben werden, da die Kesselleistung nicht mehr von der Blasrohrleistung abhängig ist, sondern durch eine Saugzugturbine bis zur Höchstgrenze unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit geregelt werden kann.

Bei sachgemäfs entworfenen Heifsdampfkolbenlokomotiven liegt beim Fahren auf den wirtschaftlichsten Füllungsgraden die Temperatur des ausströmenden Dampfes unwesentlich über der Sättigungstemperatur, d. h. die Abdampfturbine wird völlig im nassen Gebiet zu arbeiten haben. Es liegt nun nahe, zur Verbesserung der Betriebsverhältnisse der Turbine zwischen sie und die Kolbenmaschine einen Zwischenüberhitzer einzuschalten.

Der hierdurch erzielte wärmetechnische Vorteil ist grofs: andererseits wird bei Überschreitung der wirtschaftlichsten Füllungsgrade, z. B. bei Fahrten in der Steigung, dem Kondensator unter Umständen überhitzter Dampf zugeführt. Das bedeutet einmal eine gewisse Wärmevergeudung, andererseits kann hierbei leicht die Wärmeabführungsfähigkeit des Kondensators überschritten werden, d. h. der Unterdruck wird sinken.

Man wird also bezüglich der Zwischenüberhitzung so lange vorsichtig sein müssen, bis Betriebserfahrungen vorliegen. Die bauliche Durchbildung des Zwischenüberhitzers bietet Schwierigkeiten, da der niedrige Dampfdruck, um den Spannungsabfall in mäfsigen Grenzen zu halten, grofse Querschnitte erfordert. Hierdurch wiederum ergeben sich geringe Dampfgeschwindigkeiten, die zur kräftigen Wärmeaufnahme ein hohes Temperaturgefälle zwischen Gas und Dampf und grofse Heizflächen bedingen. Der Zwischenüberhitzer wird demnach in den vorhandenen Lokomotivkesseln schwer unterzubringen sein. Ein Rauchkammerüberhitzer genügt keinesfalls; eine Anordnung ähnlich dem bisherigen Grofsrohrüberhitzer würde zum Fortfall fast aller Heizrohre und damit zu einer unzulässigen Verkleinerung der Verdampfungsheizfläche führen. Dasselbe wäre bei einer Ausführung als Kleinrohrüberhitzer der Fall. Es ist daher für die erste Versuchsausführung auf den Einbau eines Zwischenüberhitzers verzichtet worden.

Bei der Verwendung des Abdampfes einer Kolbenmaschine wird man auch an der Frage der Abdampfentölung nicht achtlos vorübergehen dürfen. An sich ist die Schmierung der Heifsdampflokomotiven sparsam. Die vorhandenen Lokomotiven mittlerer Gröfse entwickeln bei mäfsiger Betriebsanstrengung 600 bis 700 PS am Zughaken bei mittleren Fahrgeschwindigkeiten von 65 km im Personen- und 35 km im Güterzugdienste. Der durchschnittliche Verbrauch an Heifsdampföl beträgt für solche Zweizylinderlokomotiven etwa 2 kg auf 1000 Lokomotivkilometer, der Verbrauch für 1 PSh eff. ist demnach rund 0,2 bzw. 0,11 g. Das ist etwa $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ der für ortsfeste Kolbenmaschinen üblichen Ölmenge.

Immerhin zeigt die allmähliche Verschmutzung der Heizflächen der Oberflächenvorwärmer, dafs noch geringe Ölmengen mit dem Abdampf entweichen; es wird sich demnach kaum umgehen lassen, den Abdampf der Kolbenmaschine irgendwie zu entölen. Die logisch richtige Stelle für den Entöler ist naturgemäfs seine Einschaltung in das Überströmrohr zur Turbine.

An dieser Stelle ist die Dampfgeschwindigkeit noch hoch genug, um Prallflächen einigermafsen wirksam zu machen; der Druckverlust dürfte sich in erträglichen Grenzen halten lassen. Daneben wird jedoch im Versuchsbetriebe zu prüfen sein, ob beim Fortfall des Entölers an dieser Stelle die Turbine durch die in Frage kommenden geringen Ölmengen, die noch dazu fest an den Dampf gebunden sind und sich nur beim Aggregatswechsel leicht niederschlagen, wirklich nennenswert verschmutzt wird. Ist das nicht der Fall, dann wird es bei der Verwendung von geschlossenen Oberflächenvorwärmern eine wirtschaftliche Frage sein, ob nicht eine reichliche Bemessung seiner Oberfläche und seine planmäfsige Reinigung genügen, um ausreichende Kühlwirkung dauernd sicherzustellen.

Das dem Kondensator noch anhaftende Öl kann in einem Filtertuchabscheider von geringen Abmessungen einwandfrei entfernt werden.

An Nebenapparaten benötigt die Lokomotive mit Turbotender alles das, was eine Turbinenlokomotive erfordert, d. h. eine Saugzug-Ventilatormaschine, eine Kondensatorluftpumpe, einen Kühlerventilator zur Unterstützung des möglichst auszunutzenden natürlichen Zuges, eine Kühlwasserpumpe und eine Kondensatpumpe, die entweder als Unterstufe der Kesselspeise-

pumpe mit dieser vereinigt oder — was zur Vermeidung von Unterdruck oder Druckwasserleitungen zwischen beiden Fahrzeugen zu empfehlen — von der Antriebsmaschine des Kühlerventilators mit angetrieben werden kann. Die an der Rauchkammer angebaute Saugzugturbine arbeitet zweckmäfsig gegen Atmosphärendruck und gibt ihren Abdampf an den unverändert beizubehaltenden Speisewasservorwärmer ab; das Kondensat fliefst der etwa unter Atmosphärendruck stehenden Saugleitung der Kesselspeisepumpe zu.

Für die Wahl der Kühler- und Kondensatorbauart gilt das im obengenannten Aufsatz des Verfassers Gesagte. Für die Abdampfturbine wird aus Gründen der Einfachheit und Betriebssicherheit ebenfalls für einen Versuch zweckmäfsig ein Oberflächenkondensator verwendet werden, der einen geschlossenen Reinwasserkreislauf sichert und durch Rohwasser gekühlt wird. Das Rohwasser wird dann in einem offenen Oberflächen- oder Regenkühler unter Ausnutzung der Verdunstung zurückgekühlt.

Um die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Triebtenderanordnung durchzuprüfen, hat die Deutsche Reichsbahn-Verwaltung zwei Lokomotivfabriken angeregt, Berechnungen und Entwürfe unter Zugrundelegung zweier älterer in grofsen Zahlen vorhandener ehemals preufsischer Lokomotivgattungen anzufertigen. Diese beiden Gattungen, die eine die 2 C-Heifsdampfpersonenzug-Lokomotive der Gattung P 8, die andere die E-Heifsdampf-Güterlokomotive der Gattung G 10, besitzen den gleichen Kessel, also die gleiche Dampflieferung, werden aber im Durchschnittsbetriebe mit verschiedenen Drehzahlen gefahren. Ein Vergleich dieser beiden Gattungen verspricht also einen guten Überblick über das zu Erreichende. Einzelne Vorerhebungen liegen bereits vor, denen der Verfafser bezüglich des Rechnungsganges, nicht aber bezüglich der noch zu ändernden Annahmen und Ergebnisse gefolgt ist.

Die Hauptabmessungen beider Lokomotiv-Gattungen sind folgende:

Lokomotive	P 8	G 10	
Verdampfungsheizfläche . . .	146,5	146,5	qm
Überhitzerheizfläche	53	53	»
Rostfläche	2,62	2,62	»
Dampfüberdruck	12	12	at
Zylinderdurchmesser	2 . 575	2 . 630	mm
Kolbenhub	660 mm	660	»
Treibraddurchmesser	1750	1400	»
Dienstgewicht	75,3	71,5	t
Reibungsgewicht	50,3	71,5	t
Höchstgeschwindigkeit . . .	100	60	km/St.
Tender			
Wasservorrat	21,5	16,5	cbm
Kohlenvorrat	7 t	7	t
Dienstgewicht	50,8	44,5	t

Die gröfste Dampflieferung beider Lokomotiven beträgt etwa 9950 kg St., entsprechend einer indizierten Höchstleistung von 1350 PS. Da diese jedoch im Betriebe schwer auf längere Zeit zu erreichen ist und die Abdampfturbine, deren Wirkungsgradkurve einen erheblich schmaleren Scheitel hat als die der Kolbenmaschine mit Kolbenschiebersteuerung, für die im Betriebe meist erreichten Durchschnittsleistungen ihre höchste Wirtschaftlichkeit entfalten soll, ist die nach Strahl errechnete indizierte Dauerleistung von 1140 PSi der Berechnung des Triebtenders zugrunde gelegt worden.

Als im Betrieb erreichbarer Unterdruck wurde ebenso wie bei der Kruppschen Turbolokomotive der Enddruck von 0,2 at abs. bei der Berechnung angenommen. Dann ergibt sich bei einer Temperatur des Frischdampfes von 350° nach dem IS-Diagramm bei Entspannung auf 1,2 at abs., also Auspuffbetrieb, ein verfügbares Wärmegefälle von 126 WE, bei Entspannung auf 0,2 at abs. von 189 WE. Wenn man den Wirkungsgrad des Hochdruckteils, d. h. der Kolbenmaschine ohne wesentlichen Fehler dem des Hochdruckteils einer Dampfturbine gleichsetzt, so ergibt sich eine theoretisch mögliche Ersparnis von 33 v. H. der nutzbaren Wärme. Es wird zu prüfen sein, wieviel hiervon durch den erhöhten Luft- und Bewegungswiderstand sowie durch die Hilfsmaschinen aufgezehrt wird. Deren Leistungsaufwand soll daher im einzelnen berechnet werden.

1. Saugzuganlage.

Bei einer dauernden Dampflieferung des Kessels von 8650 kg/St. entsprechend 1140 PSi und einer Verdampfungsziffer von 6,8 (Ergebnis zahlreicher Versuche) beträgt die stündlich verfeuerte Kohlenmenge

$$\frac{8650}{6,8} = \text{rund } 1290 \text{ kg Kohle.}$$

1 kgKohle ergibt im Lokomotivbetriebe etwa 15 kg Verbrennungsgase, die zu fördernde Gasmenge beträgt also 1290 . 15 = 19200 kg/St. Bei einer Austrittstemperatur von 300° ist das Volumen der Rauchgase bei einem spez. Gewicht von 1,25 kg/cbm

$$\frac{19200}{1,25} \cdot \frac{273 + 300}{273} = 35500 \text{ cbm/St.}$$

Der Rauchkammerunterdruck, also die Förderhöhe, beträgt im Betriebe bei reichlicher Anstrengung 150 mm WS, die Ventilatorleistung also

$$\frac{35500 \cdot 150}{75 \cdot 3600} = \text{rund } 19,9 \text{ PS}$$

oder die Leistung an der Turbinenwelle (bei einem Wirkungsgrad von Ventilator und Vorgelege = 0,7) rund 28 PS.

2. Kühlerventilator, Kühlwasserumwalzpumpe und Kondensatorpumpen.

Die Luftmenge war im ersten Teil des oben genannten Aufsatzes*) für eine Lokomotive von 2000 PSi bei Verdunstungskühlung ermittelt worden zu 356000 cbm/St. Wird nun der Kühler nicht für die Betriebsanstrengung, sondern für die höchste Dampflieferung der Lokomotive bemessen, also für 1350 PSi, so ist hier die erforderliche Luftmenge rund 240000 cbm. Bei einer Förderhöhe von 80 mm WS ist somit der Leistungsbedarf des Ventilators bei einem Wirkungsgrad von 0,8

$$\frac{240000 \cdot 80}{75 \cdot 3600} = \text{rund } 89 \text{ PS.}$$

Für das Kühlwasser sei, um innige Berührung zu sichern, das 50fache der theoretisch erforderlichen Menge für die gröfste Dampflieferung des Kessels angenommen, also etwa 9950 . 50 = 498 cbm/St. Diese sind auf 5 m WS zu fördern. Der Wirkungsgrad der Pumpe sei 0,4. Dann ist der Leistungsbedarf der Pumpe rund 23 PS.

Die Kondensatpumpe fördert höchstens 9950 kg Wasser von 0,2 at auf 2 at abs., also auf 18 m WS. Bei einem Wirkungsgrad von 0,4 ist also ihr Leistungsbedarf = 1,65 PS = rund 2 PS. Die Kondensatorluftpumpe sei mit Rücksicht auf ihren niedrigen Wirkungsgrad auf 10 PS Arbeitsbedarf veranschlagt. Die Summe des Arbeitsbedarfes der vier Pumpen ist also 124 PS.

3. Vermehrter Bewegungs- und Luftwiderstand.

Die Gewichtsvermehrung des Tenders kann bei der G 10 auf rund 40 t veranschlagt werden. Hierbei sollen, um die Verwendungsstrecke der Lokomotive zu vergröfsern, die Wasservorräte der P 8 unvermindert eingesetzt, die der G 10 auf 21,5 cbm vergröfsert werden. Der Tender wird demnach voraussichtlich sechs Achsen erhalten, von denen zur weitgehendsten Ausnutzung des Reibungsgewichtes beim Anfahren drei von je 14 t Achsdruck zu kuppeln sein werden. Es ergibt sich dann unter Annahme üblicher mechanischer Lokomotivwiderstände ein Bewegungswiderstand von rund 300 kg für die gekuppelten und 150 kg für die

*) Organ 1924, Heft 1, S. 4.

ungekuppelten Achsen. Gegenüber dem bisherigen Fahrwiderstand von 127 kg für den Tender der P 8 und 112 kg der G 10 ergibt das ein Mehr von 278 bzw. 293 kg. Hieraus ergibt sich ein Leistungsmehrbedarf von 103 bzw. 65 PS bei den Höchstgeschwindigkeiten 100 bzw. 68 km. Bei der Berechnung des Luftwiderstandes sei vorausgesetzt, dafs die bisher mit etwa 7 qm ausgefüllte Umgrenzungslinie nunmehr voll mit 11 qm ausgenutzt und wegen der Deckung durch die Lokomotive mit dem halben Widerstandswert angenommen werde; ferner seien die Höchstgeschwindigkeiten zugrunde gelegt. Dann ergibt sich ein Leistungsmehrbedarf von 42 bzw. 10 PS, für Fahr- und Luftwiderstand also zusammen 145 bzw. 75 PS.

Der gesamte Leistungsmehrbedarf (Summe 1 bis 3) für die Kondensation beträgt also unter ungünstigen Annahmen bei voller Leistung für die P 8-Lokomotive 297, für die G 10-Lokomotive 227 PS. Der weiteren Ermittelung seien die bekannten N_i-Kurven beider Lokomotivgattungen sowohl für 1140 wie für 1350 PS zugrunde gelegt (Abb. 1 und 2 auf Taf. 14). Die von der Abdampfturbine (Trommelturbine) zu erwartende Leistung (N_i) sei etwa nach der Annahme einer der den Entwurf bearbeitenden Firmen für 8650 und 9950 kg Dampf in Abb. 3 und 4, Taf. 14, wiedergegeben unter der Annahme, dafs bei Wahl geeigneter Vorgelege die günstigste Drehzahl der Turbine nicht bei der höchsten, sondern bei den im Betriebe meist gebrauchten Geschwindigkeiten von 60 bis 65 km/Std. für die P 8 und 35 km/Std. für die G 10 liegen sollen.

Bezüglich der Hilfsturbinen ist zu bemerken, dafs ihre Leistung bei allen Geschwindigkeiten der Lokomotive oberhalb der Reibungsgrenze unverändert bleibt, da die Dampflieferung des Kessels sich praktisch nicht ändert. Ihr Leistungsverbrauch konnte daher in Abb. 5 und 6, Taf. 14, oberhalb der Reibungsgrenze als wagerechte eingetragen werden. Über ihnen ist der mit der Geschwindigkeit veränderliche Leistungsverbrauch für Fahr- und Luftwiderstand aufgetragen und zwar in Abb. 6 für die P 8, in Abb. 5 für die G 10. Die Gesamthöhe der Ordinate stellt also für jede Geschwindigkeit den gesamten Leistungsmehraufwand für die Kondensation dar.

In Abb. 7 und 8, Taf. 14, ist dann für jede der beiden Lokomotivgattungen die Kurve der nach Abzug des Leistungsmehraufwandes noch verbleibenden Nutzleistung der Hauptturbine über der N_i-Kurve der Kolbenmaschine aufgetragen und zwar für 8650 kg Dampflieferung des Kessels, also für die Betriebsbeanspruchung.

Die so erhaltenen Kurven zeigen, dafs bei beiden Lokomotivgattungen etwa von der Reibungsgrenze ab bis zur Höchstgeschwindigkeit eine zuerst ansteigende, dann wieder fallende Leistungserhöhung von maximal etwa 400 PSi bei den meist gebrauchten Betriebsgeschwindigkeiten erzielt wird; sie zeigen ferner, dafs für die beiden Lokomotivgattungen ein einheitlich durchgebildeter Triebtender mit einheitlichen Haupt- und Hilfsmaschinensätzen entwickelt werden kann, bei dem nur das Übersetzungsverhältnis der Vorgelegeräder der Hauptturbine dem Verwendungszweck als Personenzug- oder als Güterzugmaschine anzupassen ist.

Selbst wenn man die Annahmen für die Berechnung des Hilfsmaschinenleistungsverbrauches als zu günstig hier und da anzweifeln wird (sie entstammen im allgemeinen Versuchsfahrten), so ist doch ohne weiteres ersichtlich, dafs auch bei entsprechend niedrigerer Lage der Gesamtleistungskurven der Abb. 7 und 8 noch immer die Überschufsflächen den Unterschufs wesentlich übersteigen werden und dafs bei Verlegung des gröfsten Überschusses in die Gegend der meist gebrauchten Geschwindigkeit eine wesentliche Leistungsvergröfserung ohne Aufwand von Brennstoff nicht nur möglich, sondern durchaus wahrscheinlich ist.

Leistungsmafsstab für Lokomotivausbesserungswerke.

Von Oberregierungsbaurat **Weese**, Magdeburg-Buckau.

(Fortsetzung von Seite 249, Jahrgang 1923.)

Bei der aufserordentlichen Vielteiligkeit der Lokomotiven neuerer Bauart und der grofsen Zahl der Lokomotivgattungen bei der deutschen Reichsbahn würde die Aufstellung von Ausbesserungseinheiten für jeden Einzelteil der Lokomotiven und die Berechnung der an jeder Lokomotive geleisteten Ausbesserungsarbeit durch Zusammenzählen der Ausbesserungseinheiten für alle ihre ausgebesserten Teile zu recht umfangreichen Ermittlungen und Aufschreibungen führen. Um diese wesentlich abzukürzen, kann man diejenigen zusammenhängenden Arbeiten, die sich ständig in gleicher oder ähnlicher Weise wiederholen, zusammenfassen und dafür Ausbesserungseinheiten für jede Lokomotivgattung besonders aufstellen, die als Grundausbesserungseinheiten bezeichnet werden mögen.

Das genaueste Ergebnis wird erzielt, wenn in die Grundausbesserungsarbeiten nur das Abnehmen, Ausbessern und Anbringen derjenigen Teile der Lokomotiven eingeschlossen wird, welche bei einer bestimmten Art der Ausbesserung u n b e d i n g t abzunehmen, auszubessern und wieder anzubringen sind. Wenn auch die Wiederherstellung der einzelnen Teile je nach dem Grade ihrer Abnutzung einen wechselnden Zeitaufwand erfordert, so ergibt sich doch annähernd der gleiche Durchschnitt, wenigstens dann, wenn diese Grundausbesserungen nach annähernd gleichen Betriebsleistungen erfolgen. Wenn dies auch bisher noch nicht immer der Fall ist, so ist doch nach Einführung des vorliegenden Leistungsmafsstabes hierauf zu rechnen, da nach den späteren Ausführungen die Betriebsleistungen der Lokomotiven mit den Ausbesserungseinheiten in Vergleich gestellt werden und somit mehr als bisher auf volle Ausnutzung der Lokomotiven im Betriebe vor Ausführung von Ausbesserungsarbeiten geachtet werden wird.

Von den vorstehend behandelten unbedingt abzunehmenden Teilen werden einige nicht mehr ausgebessert werden können, sondern zu erneuern sein. Soweit es sich um Erneuerung von solchen Teilen handelt, deren Anfertigung nur wenig Zeitaufwand erfordert und daher ohne grofsen Einflufs auf das Gesamtergebnis ist, wird man zur Vereinfachung der Aufschreibungen nicht nur die Wiederherstellung, sondern auch die Erneuerung in die Grundausbesserungen einbeziehen.

Dagegen sind Erneuerungen, welche einen gröfseren Zeitaufwand erfordern, sowie Abnehmen, Wiederherstellen und Anbringen aller Teile, welche nicht unbedingt bei der betreffenden Art der Grundausbesserung abzunehmen, auszubessern und wieder anzubringen sind, durch Zuschlagausbesserungseinheiten besonders zu bewerten. Die gesamte Leistung an Ausbesserungsarbeit an einer Lokomotive setzt sich also aus e i n e m Wert von Grundausbesserungseinheiten und aus der Summe der Werte aller in Betracht kommenden Zuschlagausbesserungseinheiten zusammen.

Als Zuschlagausbesserungseinheiten ist bei den Erneuerungen solcher Teile, die bei der betreffenden Art der Grundausbesserung abgenommen, ausgebessert und angebracht werden müssen, nicht der volle Stundenaufwand für die Erneuerung, sondern nur der Unterschied zwischen dem Stundenaufwand für die Erneuerung und demjenigen für die Ausbesserung in die Rechnung einzuführen. Ist z. B. in einer bestimmten Art von Grundausbesserung das Abdrehen der Radreifen der Radsätze enthalten und müssen die alten Radreifen infolge zu starker Abnutzung erneuert werden, so sind die Zuschlagausbesserungseinheiten folgendermafsen zu berechnen. Es ist der Stundenaufwand zu ermitteln für Abziehen der alten Rad-

reifen, Ausbohren und Aufziehen der neuen Radreifen, Befestigen des Sprengringes und Abdrehen der Radreifen sowohl an den Seitenflächen als an den Laufflächen. Von diesem Stundenaufwand ist der Stundenaufwand für das Abdrehen der Laufflächen der alten Radsätze, welches bei Nichterneuerung der Radreifen hätte erfolgen müssen, abzuziehen. Abnehmen vom Gestell der Lokomotive und Anbringen der Radsätze am Gestell erfordert bei den Radsätzen ohne Erneuerung der Reifen und mit Erneuerung der Reifen genau den gleichen Stundenaufwand. Der Stundenaufwand für das Abnehmen und Anbringen der Radsätze mit neuen Radreifen braucht daher nicht besonders ermittelt zu werden.

Die laufende Ermittlung der bei jeder einzelnen Lokomotivausbesserung geleisteten Ausbesserungseinheiten und ebenso der unmittelbar aufgewendeten Arbeiterstunden gestaltet sich leicht, wenn die Ausbesserungsarbeiten lediglich an den mit der Lokomotive eingegangenen Teilen vorgenommen werden bzw. die zu erneuernden Teile erst nach Abnahme der alten Teile angefertigt werden. Es brauchen nur alle Ausbesserungsarbeiten für die Lokomotive auf eine besondere Kostennummer verrechnet zu werden. Aus den Gedingezetteln und Lohnzetteln für diese Kostennummer können einerseits die Art der Arbeiten ersehen und damit die erzeugten Ausbesserungseinheiten festgestellt werden, anderseits ergibt die Addition der bewilligten Stückzeitstunden und der Lohnstunden den Aufwand an unmittelbaren Arbeiterstunden. Zu diesen Stunden mufs noch ein Zuschlag für diejenigen Arbeiten kommen, welche im Sinne der früheren Ausführungen auch als unmittelbare Arbeiten gelten, die aber zu geringfügig sind, um die Umständlichkeit der Buchung auf die Kostennummer jeder einzelnen Lokomotive zu rechtfertigen. Der Aufwand für diese als Lokomotivkleinarbeiten zu bezeichnenden Arbeiten ist auf eine Sammelkostennummer zu verrechnen und den einzelnen Lokomotiven anteilmäfsig nach der Höhe der sonstigen für sie aufgewendeten unmittelbaren Stunden aufzulasten.

Diese früher übliche Art der Ausbesserung der Teile für eine bestimmte Lokomotive wird aber mehr und mehr verlassen. Zur Erzielung einer kurzen Ausbesserungsdauer und zur Ermöglichung der wirtschaftlichen Fertigung wird immer mehr das System der Ersatzteilverwendung ausgebildet. Da diese Ersatzteile beliebig lange Zeit vor dem Eingang der auszubessernden Lokomotive hergestellt sind, so mufs eine Zwischenlagerung dieser Teile und eine besondere Art der Buchung der für die Anfertigung oder Ausbesserung aufgewendeten Stunden Platz greifen.

Wie bereits früher erwähnt, soll die Anfertigung der regelmäfsig von auswärts zu beziehenden Ersatzteile bei Aufstellung der Ausbesserungseinheiten nicht berücksichtigt werden. Vor Aufstellung dieser Einheiten bedarf es daher zunächst der genauen Festlegung, welche Stücke als von auswärts bezogen, betrachtet werden sollen. Eine Regelung hierüber ist durch Aufstellung der beistehenden Übersicht 1 getroffen. Der zur Anfertigung der in der Übersicht aufgeführten Stücke erforderliche Stundenaufwand wird also nicht mit Ausbesserungseinheiten bewertet, sondern nur der Stundenaufwand für ihre Ausbesserung. Fertigt ein Werk Stücke dieser Liste selbst an, so mufs bei einem Vergleich von Leistung und Aufwand der Stundenaufwand hierfür ebenso unberücksichtigt bleiben, wie der Stundenaufwand für die Anfertigung von handelsüblichen Werkstoffen.

Beim Einbau von Ersatzstücken sind zunächst zwei verschiedene Fälle zu unterscheiden. In einem Falle wird ein Ersatzstück eingebaut, weil das alte Stück weder in seiner Gesamtheit noch in seinen Einzelteilen mehr ausgebessert werden kann, also nur noch Wert als Altstoff hat, im anderen Falle wird ein Ersatzstück eingebaut, um die Ausbesserungszeit der Lokomotive abzukürzen oder um die wirtschaftliche Herstellung zu erreichen.

Im ersteren Falle ist zweifelsfrei, dafs die Ausbesserungseinheiten, welche für die Anfertigung des Ersatzstückes festgesetzt sind, als Zuschlagausbesserungseinheiten bei derjenigen Lokomotive einzusetzen sind, bei welcher das Ersatzstück eingebaut ist. Bei einem Vergleich zwischen Leistung und Aufwand je Lokomotive wäre es erforderlich, die für das Ersatzstück festgesetzten Ausbesserungseinheiten und den für die Anfertigung entstandenen Stundenaufwand auf die Lokomotive zu verrechnen.

Übersicht 1.

Ersatzstücke*) für Lokomotiven, deren auswärtige Herstellung angenommen ist.

Druckmesser,	Läutewerke,
Geschwindigkeitsmesser,	Zylindersaugventile, Druckausgleicher,
Pyrometer mit Leitung,	Dampfzylinder, fertig bearbeitet,
Vorwärmer, Speisepumpen,	Kolbenstopfbuchsen aufser Regelbauart,
Schmierpressen, Ölpumpen, Ölsparventile,	Kolbenschieberringe,
Sicherheitsventile, Vierwegehähne »Dilling«,	Dampfsammelkasten,
Wasserstandsschutz, Abschlufskugeln für Wasserstandsanzeiger,	Umkehrkappen für Überhitzerrohre,
Teile zur Gasbeleuchtung einschliefslich Gasbehälter,	Eiserne Stehbolzenbuchsen,
Feinausrüstung einschliefslich Luftpumpe, Haupt-, Hilfs- und Ausgleichsluftbehälter, sowie Bremszylinder,	Feuertüren,
Heizschläuche,	Spiral- und Wickelfedern,
	Puffer, Schraubenkuppelungen, Sicherheitskuppelungen,
	Zubehör und Werkzeug zur Lokomotive.

Kann dagegen der ausgebaute Teil noch ausgebessert werden und wird trotzdem aus den erwähnten Gründen ein neu angefertigtes Ersatzstück eingebaut, so müfsten zur richtigen Belastung des Bestellers nur die Ausbesserungseinheiten für die Ausbesserung des ausgebauten Ersatzstückes in Rechnung gestellt werden, welche oft wesentlich geringer sind, als die Ausbesserungseinheiten für die Neuanfertigung. Eine vollkommen gerechte Belastung würde auf diese Weise aber auch nicht erfolgen, denn der Empfänger hat ja statt eines alten, ausgebesserten Stückes ein neues Ersatzstück erhalten, das oft eine längere Lebensdauer haben wird, als es das ausgebesserte Stück gehabt hätte, und das daher einen gröfseren Wert darstellt.

Da somit eine durchaus zutreffende Verrechnung der für die Anfertigung und Ausbesserung der Ersatzstücke entstandenen Stunden auch bei umständlichen Aufschreibungen nicht erreicht werden kann, empfiehlt es sich, den einfachsten Weg zu gehen, indem nicht der Wert der Ausbesserungseinheiten für den ausgebauten Teil, sondern stets der Wert für den eingebauten Teil eingesetzt wird. Dieser Wert kann gröfser oder kleiner als der Wert des ausgebauten Stückes sein; denn im Ersatzteillager lagern nicht nur neue, sondern auch ausgebesserte Stücke. Nur bei dieser Art der Verrechnung ist es möglich, Leistung und Aufwand für eine Lokomotive alsbald nach Ausgang der Lokomotive einander gegenüberstellen; denn der Stundenaufwand für die eingebauten Teile ist schon bei Einbau der Stücke bekannt, der Stundenaufwand für die ausgebauten Stücke aber vielleicht erst sehr lange nach dem Ausgang der betreffenden Lokomotive, da sich die Ausbesserung dieser Stücke stark verzögern kann. Der Fehler, welcher in der Belastung der Empfänger gemacht wird, gleicht sich aus, einmal schon bei derselben Lokomotive, in die ja eine grofse Anzahl von Ersatzteilen eingebaut wird, anderseits bei verschiedenen Lokomotiven,

*) Auch die Herstellung der Einzelteile der angeführten Ersatzstücke ist auswärts angenommen. Dagegen ist vorausgesetzt, dafs die Ausbesserung sowohl der Ersatzstücke, als ihrer Einzelteile im Werk selbst erfolgt.

da ja die gleichen Empfänger dauernd mit ausgebesserten Lokomotiven versorgt werden. Der gleiche Grundsatz ist auch bei den am meisten ins Gewicht fallenden Ersatzstücken in Anwendung zu bringen, bei den Ersatzkesseln.

Um die für die Anfertigung der Ersatzstücke aufgewendeten Stunden später derjenigen Lokomotive, in welche sie eingebaut werden, auflasten zu können, müssen diese Stunden gebucht werden. Es kommt nun nicht darauf an, dafs einer Lokomotive diejenigen Stunden aufgelastet werden, welche für das betreffende Ersatzstück tatsächlich aufgewendet wurden, sondern zur einwandfreien Erfassung der Werkwirtschaft ist es nur erforderlich, dafs alle Stunden, welche für die Ausbesserung und Anfertigung dieser Sorte Ersatzstücke entstanden sind, wieder im Laufe der Zeit auf die mit den Ersatzstücken ausgerüsteten Lokomotiven und auf die sonstigen Empfänger der Ersatzstücke — z. B. Bahnbetriebswerke — verrechnet werden. Es kann daher folgendes im Eisenbahnausbesserungswerk Magdeburg-Buckau durchgeführte Verfahren in Anwendung kommen:

Alle Ersatzstücke werden durch das Ersatzstücklager verwaltet. Als Ersatzstücke gelten dabei neben den neuangefertigten alle von einer Lokomotive abgebauten noch ausbesserungsfähigen Teile, welche nicht wieder für dieselbe Lokomotive verwendet werden. Für jede Ersatzstücksorte wird eine Ersatzstückkarte in der Kartei des Ersatzstücklagers geführt. Die gelieferten Stücke gehen bei den Lieferungen des eigenen Werkes mit denjenigen Stunden — Stückzeitstunden + Lohnstunden — ein, die für die betreffende Lieferung aufgewendet sind. Diese Stunden werden aus den ins Ersatzstücklager zurückkommenden Auftragzetteln in die dafür vorgesehene Spalte der Karteikarte bei der betreffenden Lieferung eingetragen. Eine getrennte Lagerung der Stücke nach Lieferungen findet nicht statt, ebensowenig eine Ausgabe nach Lieferungen. Dagegen erfolgt die Buchung der Ausgaben nach Lieferungen. Es wird also buchungsmäfsig zunächst Lieferung 1, dann Lieferung 2 usw. ausgegeben. Die aufgewendeten Stunden für diejenige Lieferung, die gerade zur Ausgabe gelangt, werden in die Ersatzstückverlangzettel übertragen und somit das Ersatzstücklager entlastet und die betreffende Lokomotive oder bei Lieferungen nach aufserhalb die betreffende auswärtige Stelle belastet. Durch die Eintragung des jeweiligen Bestandes der zur Ausgabe gelangenden Lieferung unmittelbar nach der Ausgabe jedes Stückes ist sichergestellt, dafs die buchmäfsige Ausgabe einer Lieferung beendet wird, bevor die buchmäfsige Ausgabe der nächsten Lieferung beginnt.

Nach den geschilderten Grundsätzen sind die Ausbesserungseinheiten für einige Lokomotivgattungen aufgestellt worden und es findet im Ausbesserungswerk Magdeburg-Buckau ein fortlaufender Vergleich der bei Ausbesserung jeder einzelnen Lokomotive geleisteten Ausbesserungseinheiten mit dem Aufwand an unmittelbaren Stunden statt.

Es werden zu diesem Zweck zunächst aus den Gedingezetteln, Lohnzetteln und Ersatzstückverlangzetteln, welche auf die drei getrennten Kostennummern von Gestell mit Maschine, Kessel und Tender jeder Lokomotive ausgestellt sind, die Gesamtausbesserungseinheiten getrennt festgestellt, welche an den genannten drei Teilen der betreffenden Lokomotive im eigenen Werk und aufserhalb geleistet worden sind. Von diesen Gesamtausbesserungseinheiten, welche nach späteren Ausführungen die Grundlage für die Abrechnung mit den Empfängern (Maschinenämter) und aufserdem für den Vergleich der Betriebsleistungen der Lokomotiven mit der aufgewendeten Ausbesserungsstunden bilden, werden die auswärts geleisteten Ausbesserungseinheiten abgezogen, um so die im eigenen Werk geleisteten Ausbesserungseinheiten = Werkleistungseinheiten zu erhalten. Soweit es sich dabei um Arbeiten handelt, welche durch den Leistungsmafsstab mit Zuschlagausbesserungseinheiten bewertet sind, werden die vorher bei der Ermittlung der Gesamtausbesserungseinheiten eingesetzten Ausbesserungseinheiten abgezogen. Soweit dagegen Arbeiten in Frage kommen, welche nicht mit Ausbesserungseinheiten besonders bewertet sind, also Teilarbeiten von Grundausbesserungen oder von Zuschlagausbesserungen sind, werden die unmittelbaren Stunden abgezogen, welche zur Ausführung der Arbeit erforderlich sind. Die Höhe dieser Stunden wird auf Grund der letzten Arbeitsausführungen im eigenen Werk festgestellt, oder, falls solche ältere Ausführungen nicht vorliegen, berechnet bzw. bei Arbeiten, welche der Berechnung nicht zugänglich sind, geschätzt. Den so ermittelten Werkleistungseinheiten werden die im Werk auf die betreffende Kostennummer wirklich aufgewendeten Stunden einschliefslich der Stunden für Lokomotivkleinarbeiten gegenübergestellt. Das Verfahren gilt nicht nur für Arbeiten an Ersatzstücken, sondern auch für Arbeiten an Teilen, welche wieder für die Lokomotive verwendet werden, von der sie abgebaut sind. Um die richtige Verrechnung dieser Arbeiten sicherzustellen, werden solche Arbeiten durch das Ersatzstücklager auf Grund von Ersatzstückverlangzetteln der Meistereien auswärts bestellt.

Das Verhältnis zwischen den wirklichen Stunden, die als Iststunden bezeichnet werden und den Werkleistungseinheiten, das sogenannte Stundenverhältnis, stellt den Mafsstab für das wirtschaftliche Arbeiten des Werkes hinsichtlich seines Stundenaufwandes dar. Dieses Stundenverhältnis wird getrennt für Maschine mit Gestell, Kessel und Tender jeder ausgegangenen Lokomotive und aufserdem für alle in einem Monat ausgegangenen Lokomotiven insgesamt aufgestellt. Um einen Mafsstab für das wirtschaftliche Arbeiten des Werkes auch hinsichtlich des sonstigen Aufwandes zu gewinnen, wird den Werkleistungseinheiten aufserdem auch der Aufwand an Stoffen und weiterhin überhaupt an Gesamtkosten gegenübergestellt, wozu in Magdeburg-Buckau eine genaue Selbstkostenberechnung eingeführt ist.

Das geschilderte Verfahren kann zunächst nicht allgemein in allen Ausbesserungswerken eingeführt werden, da es mangels geeigneter Unterlagen über Bauart und Bezeichnung aller Einzelteile nicht möglich ist, die Ausbesserungseinheiten für alle Lokomotivgattungen aufzustellen. Diese Aufstellung mufs vielmehr verschoben werden, bis die vom Eisenbahnzentralamt in Angriff genommene einheitliche Bezeichnung und Nummerung der Ersatzstücke durchgeführt und genaue Ersatzstückverzeichnisse für jede einzelne Lokomotivgattung aufgestellt sind. Da diese umfangreiche Arbeit erst nach längerer Zeit beendet sein wird und anderseits ein dringendes Bedürfnis nach einer Erfassung der Leistung der Ausbesserungswerke besteht, ist vom Verfasser ein »gekürzter Leistungsmafsstab« entworfen worden, der im folgenden dargestellt werden soll.

6. Der gekürzte Leistungsmafsstab.

Der gekürzte Leistungsmafsstab unterscheidet sich von dem vollen Leistungsmafsstab in erster Linie dadurch, dafs der Kreis der Grundausbesserungen wesentlich erweitert ist, indem in die Grundausbesserungen das Abnehmen, Ausbessern und Anbringen auch von solchen Teilen eingeschlossen ist, die bei der gegebenen Art der Ausbesserung nicht stets, sondern nur häufig oder sogar nur zuweilen abzunehmen, auszubessern und anzubringen sind. Es sind also nur wenig Arbeiten als Zuschlagausbesserungen behandelt worden. Der zweite Unterschied besteht darin, dafs kein Vergleich zwischen Leistung und Aufwand für jede einzelne Lokomotivausbesserung stattfindet, sondern nur ein Vergleich zwischen derjenigen Leistung, welche für die im Laufe eines Monats ausgegangenen Lokomotiven aufgewendet worden ist und dem gesamten Stundenaufwand im Laufe des betrachteten Monats. Es werden also zwei Gröfsen gegenübergestellt, die nicht in unmittelbarer Beziehung zueinander stehen. Denn die Arbeit an den in einem Monat ausgegangenen Lokomotiven ist zum Teil schon in früheren Monaten geleistet worden und die Stunden in dem betrachteten Monat sind nur zum Teil für

die in diesem Monat ausgegangenen Lokomotiven verwendet worden. Trotzdem gibt das Monatsergebnis ein im allgemeinen zutreffendes Bild, wenn sich die Stärke der Belegschaft, die Zahl der täglichen Arbeitsstunden und der Zulauf der Lokomotiven nicht wesentlich geändert hat. Mit Sicherheit aber wird jeder Vorteil oder Nachteil in einem Monat durch einen Nachteil oder Vorteil in gleicher Höhe in den anschliefsenden Monaten ausgeglichen, so dafs bei Heranziehung mehrerer Monatsergebnisse ein zutreffendes Bild gewonnen werden kann. Dehnt man den Vergleich auch über gröfsere Zeiträume, etwa ein Vierteljahr und ein Jahr aus, so wird ein einwandfreies Ergebnis erhalten.

7. Aufstellung der Grundausbesserungseinheiten für Hauptausbesserungen.

Als Hauptausbesserungen sind diejenigen Ausbesserungen bezeichnet, bei denen die Lokomotive in allen Teilen gründlich ausgebessert wird, so dafs sie imstande ist, ohne erneute Ausbesserung in einem Ausbesserungswerk bis zur nächsten Hauptausbesserung Dienst zu leisten. Mufs die Lokomotive trotzdem zwischen zwei Hauptausbesserungen einem Ausbesserungswerk zur Ausbesserung eines oder mehrerer Teile zugeführt werden, so gelten solche Ausbesserungen als Zwischenausbesserungen.

Als Grundausbesserungen bei Hauptausbesserungen werden beim gekürzten Leistungsmafsstab folgende Arten unterschieden:

A. Gestell mit Maschine.

[G] α Allgemeine Ausbesserung ohne Ausbau des Kessels.
[G] β Allgemeine Ausbesserung mit Ausbau und Wiedereinbau des eigenen Kessels.
[G] γ Allgemeine Ausbesserung mit Ausbau und Wiedereinbau des eigenen Kessels und Vornahme der Druckprobe.
[G] δ Allgemeine Ausbesserung mit Einbau eines Ersatzkessels.

B. Kessel.

[K] α Allgemeine Ausbesserung.
[K] β Äufsere Untersuchung.
[K] γ Innere Untersuchung.

C. Tender.

[T] α Allgemeine Ausbesserung, jedoch ohne Herausnahme der Radsätze.
[T] β Allgemeine Ausbesserung ohne Abheben des Wasserkastens.
[T] γ Allgemeine Ausbesserung mit Abheben des Wasserkastens.

Es sind also die Ausdrücke »Äufsere Untersuchung« und »Innere Untersuchung« lediglich auf den Kessel, nicht aber auf Gestell mit Maschine, sowie Tender angewendet. Diese Mafsnahme ist durch die jetzige häufige Verwendung von Ersatzkesseln bedingt, mit deren äufseren und inneren Untersuchung nicht immer eine äufsere Untersuchung von Gestell mit Maschine sowie Tender verbunden zu sein braucht. Die Vorschriften der Bau- und Betriebsordnung und die Kesselvorschriften bedürfen in dieser Hinsicht einer Nachprüfung.

Vor Aufstellung der Ausbesserungseinheiten für die Grundausbesserungen mufs Entscheidung getroffen werden, welche Arbeiten durch Zuschlageinheiten bewertet werden sollen. Um die Aufschreibungen möglichst einfach zu halten, sind bei Gestell mit Maschine als Zuschlagausbesserungen nur das Ausbauen von Zylindern und Rahmenwangen — letzterer Fall tritt nur ganz vereinzelt auf — sowie der vollständige Neuanstrich behandelt worden. Beim Kessel sind eine gröfsere Zahl von Zuschlagausbesserungen — siehe die folgenden Übersichten 7 und 8 gewählt worden, da hier die laufenden Feststellungen zur Ermittlung der Werkleistung sich leichter vornehmen lassen. Dadurch wird auch schon beim einzelnen Kessel ein guter Vergleich zwischen Leistung und Aufwand erreicht. Beim Tender sind keine Zuschlagausbesserungen vorgesehen.

Als Urwerte zur Aufstellung der Ausbesserungseinheiten für alle Lokomotivgattungen, sowohl bei Grundausbesserungen als auch Zuschlagausbesserungen, haben in erster Linie die Ausbesserungseinheiten für die G. 8^1-Lokomotive gedient.

Die Ausbesserungseinheiten für diese und einige andere Lokomotivgattungen sind durch sorgfältigsten Vergleich der für alle in Betracht kommenden Arbeiten aufgewendeten Stunden in mehreren Ausbesserungswerken aufgestellt. Neben Magdeburg-Buckau haben dabei besonders die Ausbesserungswerke Leinhausen und Nied mitgewirkt. Die Art der Ermittlung dieser Ausbesserungseinheiten ist bereits auf Seite 248, Jahrg. 1923, dargestellt.

Bei den Grundausbesserungen für Gestell mit Maschine ist die allgemeine Ausbesserung mit Einbau eines Ersatzkessels zur Grundlage genommen. Ausgehend von den durch die erwähnten Vergleiche erhaltenen Werten für diese Art der Ausbesserung bei G. 8^1-Lokomotiven und bei einigen anderen Gattungen ist unter Einsetzung der für den Umfang der Ausbesserung hauptsächlich mafsgebenden Gröfsen eine Formel aufgestellt worden, welche den genannten Werten gerecht wird und auf Grund deren daher die Werte für die anderen Lokomotivgattungen errechnet werden können.

Bedeutet:

G_1 das Leergewicht der Lokomotive ohne Tender in t für die ersten 30 t,
G_2 das Leergewicht der Lokomotive ohne Tender in t über 30 bis 50 t,
G_{3a} das Leergewicht der Lokomotive ohne Tender in t über 50 t bei Lokomotiven mit Plattenrahmen,
G_{3b} das Leergewicht der Lokomotiven ohne Tender in t über 50 t bei Lokomotiven mit gemischtem Rahmen,
G_{3c} das Leergewicht der Lokomotiven ohne Tender in t über 50 t bei Lokomotiven mit Barrenrahmen,
R_1 die Zahl der Treib- und Kuppelradsätze,
R_2 die Zahl der Laufradsätze ausschliefslich Drehgestell,
D_1 die Zahl der Drehgestelle von Regel- oder Kraufs scher Bauart,
D_2 die Zahl der Drehgestelle von Bissel-Bauart,
Z die Zahl der inneren Zylinder,
V_w das Vorhandensein einer Vorwärmeranlage,
L das Vorhandensein einer Luftdruckbremse,
V das Vorhandensein einer Verbundeinrichtung,
H das Vorhandensein einer Heifsdampferzeugung,
K_1 bei Tenderlokomotiven das Vorhandensein eines Kohlenbehälters bis 1 t Fassungsvermögen,
K_2 bei Tenderlokomotiven das Vorhandensein eines Kohlenbehälters bis 3 t Fassungsvermögen,
K_3 bei Tenderlokomotiven das Vorhandensein eines Kohlenbehälters über 3 t Fassungsvermögen,
W_1 bei Tenderlokomotiven das Vorhandensein eines Wasserkastens bis 4 cbm Rauminhalt,
W_2 bei Tenderlokomotiven das Vorhandensein eines Wasserkastens über 4 bis 8 cbm Rauminhalt,
W_3 bei Tenderlokomotiven das Vorhandensein eines Wasserkastens über 8 cbm Rauminhalt,
U bei Tenderlokomotiven einen Zuschlag für Mehrarbeit infolge Unzugänglichkeit,

so ist $(0{,}4\,G_1 + 0{,}2\,G_2 + 0{,}1\,G_{3a} + 0{,}15\,G_{3b} + 0{,}17\,G_{3c} + 0{,}8\,R_1 + 0{,}2\,R_2 + 0{,}6\,D_1 + 0{,}8\,D_2 + 1{,}0\,Z + 0{,}8\,V_w + 0{,}7\,L + 0{,}2\,V + 0{,}2\,H + 0{,}1\,K_1 + 0{,}2\,K_2 + 0{,}3\,K_3 + 0{,}3\,W_1 + 0{,}4\,W_2 + 0{,}6\,W_3 + U) \cdot 200$ = Zahl der Ausbesserungseinheiten.

U hat folgende Werte:

U = 0,7 bei T 9^1, T 9^2;
= 0,8 „ T 9^3, T 10, T 11, T 12, T 13, T 15;
= 0,9 „ T 16;
= 1,0 „ T 14, T 18, T 20.

In allen anderen Fällen ist U = 0.

Die Zahl 200 ist beliebig gewählt, ihre Einschaltung ist nur erfolgt, um die Rechnung zu vereinfachen.

Auf Grund vorstehender Formel sind für alle preufsischen Lokomotivgattungen die Ausbesserungseinheiten für allgemeine Ausbesserung mit Einbau eines Ersatzkessels errechnet worden. Die Durchführung der Rechnung ist für die vier vielfach verbreiteten Lokomotivgattungen S 10[1], P 8, G 8[1] und T 16 in Übersicht 2 gezeigt. Auch bei den weiteren Ermittlungen werden als Muster die Berechnungen für diese vier Lokomotivgattungen dargestellt werden.

In ähnlicher Weise sind die Grundausbesserungseinheiten für die innere Untersuchung von Kesseln aller Lokomotivgattungen nach folgender Formel errechnet worden.

Bedeutet:

F_1 die Heizfläche der Feuerbüchse in qm . . . für die ersten 5 qm
F_2 desgl. . . . . über 5—10 qm
F_3 „ . . . . „ 10—15 „
F_4 „ . . . . „ 15 „
H_1 die Heizfläche der Heizrohre . . für die ersten 50 qm
H_2 desgl. . . . . über 50—100 qm
H_3 „ . . . . „ 100—150 „
H_4 „ . . . . „ 150 „
R_1 die Heizfläche der Rauchrohre . . für die ersten 20 qm
R_2 desgl. . . . . über 20—40 qm
R_3 „ . . . . „ 40—60 „
R_4 „ . . . . „ 60 „
U_1 die Heizfläche der Überhitzer . . für die ersten 25 qm
U_2 desgl. . . . . über 25—50 qm
U_3 „ . . . . „ 50 „
d_1 das Vorhandensein eines Überdrucks von 14 at bei einer Heizfläche ohne Überhitzer . . . . . . bis 150 qm
d_2 desgl. . . . . bis 200 „
d_3 „ . . . . über 200 „
d_4 das Vorhandensein eines Überdrucks von 15 at bei einer Heizfläche ohne Überhitzer . . . . . . bis 150 qm
d_5 desgl. . . . . bis 200 „
d_6 „ . . . . über 200 „
d_7 das Vorhandensein eines Überdrucks von 10 at,

so ist $(1{,}0\,F_1 + 0{,}50\,F_2 + 0{,}25\,F_3 + 0{,}15\,F_4 + 0{,}025\,H_1 + 0{,}020\,H_2 + 0{,}015\,H_3 + 0{,}010\,H_4 + 0{,}05\,R_1 + 0{,}04\,R_2 + 0{,}03\,R_3 + 0{,}02\,R_4 + 0{,}02\,U_1 + 0{,}01\,U_2 + 0{,}005\,U_3 + 0{,}6\,d_1 + 0{,}8\,d_2 + 1{,}0\,d_3 + 0{,}8\,d_4 + 1{,}0\,d_5 + 1{,}2\,d_6 - 0{,}3\,d_7) \,.\, 200$ = Zahl der Ausbesserungseinheiten.

Die Berechnung der Ausbesserungseinheiten für die innere Untersuchung der Kessel der vorgenannten vier Lokomotivgattungen nach dieser Formel ist in Übersicht 3 durchgeführt.

Übersicht 2.

Berechnung der Ausbesserungseinheiten für allgemeine Ausbesserung von Gestell mit Maschine mit Einbau eines Ersatzkessels unter Ausschlufs der mit den Zuschlägen [41] bis [44] bewerteten Arbeiten.

	Nummer der Reihe	S 10[1] t, cbm Anzahl	S 10[1] Wert	P 8 t, cbm Anzahl	P 8 Wert	G 8[1] t, cbm Anzahl	G 8[1] Wert	T 16 t, cbm Anzahl	T 16 Wert
Leergewicht der Lokomotive ohne Tender in t	1	77,650 (Gem. Rahmen)	20,2	69,180 (Plattenrahmen)	17,9	61,370 (Plattenrahmen)	17,1	63,770 (Plattenrahmen)	17,4
Radsätze ausschl. Drehgestelle, Treib- und Kuppelradsätze	2	3	2,4	3	2,4	4	3,2	5	4,0
„ „ „ Laufradsätze	3	—	—	—	—	—	—	—	—
Drehgestelle, Regelbauart oder Bauart Kraufs	4	1	0,6	1	0,6	—	—	—	—
„ Bauart Bissel	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Innere Zylinder	6	2	2,0	—	—	—	—	—	—
Vorwärmeranlage	7	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8
Luftdruckbremse	8	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Verbundeinrichtung	9	2	0,4	—	—	—	—	—	—
Heifsdampfanlage	10	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2
Kohlenbehälter, Fassungsvermögen in t	11	—	—	—	—	—	—	3,0	0,2
Wasserkasten, Rauminhalt in cbm	12	—	—	—	—	—	—	8,0	0,4
Zuschlag für Unzugänglichkeit	13	—	—	—	—	—	—	1	0,9
Gesamtwert . .	14		27,3		22,6		22,0		24,6
Ausbesserungseinheiten . .	15		5460		4520		4400		4920

Übersicht 3.

Berechnung der Ausbesserungseinheiten für innere Untersuchung der Kessel unter Ausschlufs der mit den Zuschlägen e—t bewerteten Arbeiten.

	Nummer der Reihe	S 10[1] qm	S 10[1] atm	S 10[1] Wert	P 8 qm	P 8 atm	P 8 Wert	G 8[1] qm	G 8[1] atm	G 8[1] Wert	T 16 qm	T 16 atm	T 16 Wert
Vom Feuer berührte Heizfläche der Feuerbüchse .	1	17,59		9,14	14,35		8,59	13,88		8,47	12,15		8,01
„ „ „ Heizrohrfläche	2	94,16		2,13	84,34		1,94	88,43		2,02	88,41		2,02
„ „ „ Rauchrohrfläche	3	49,47		2,08	47,59		2,03	42,11		1,86	36,49		1,66
Gesamtheizfläche und Überdruck bei Lokomotiven mit mehr oder weniger als 12 atm	4	161,22	15	1,00	—		—	144,42	14	0,60	—		—
Überhitzerheizfläche	5	58,50		0,79	58,90		0,79	51,88		0,76	41,40		0,66
Gesamtwert . .	6			15,14			15,35			13,71			12,38
Ausbesserungseinheiten . .	7			3030			2670			2740			2480

Die Berechnung der Grundausbesserungseinheiten für allgemeine Ausbesserung von Tendern mit Herausnahme der Radsätze und mit Abheben des Wasserkastens ist nach folgender Formel erfolgt.

Bedeutet:

G das Leergewicht in Tonnen,
D die Zahl der Drehgestelle,
W_1 das Vorhandensein eines Wasserbehälters von 8—12 cbm,
W_2 desgl. . . . . über 12—16,5 cbm
W_3 „ . . . . „ 16,5—21,5 „
W_4 „ . . . . „ 21,5 „

so ist $(0{,}12\,G + 0{,}3\,D + 1{,}0\,W_1 + 1{,}1\,W_2 + 1{,}2\,W_3 + 1{,}3\,W_4) \cdot 200 =$ Zahl der Ausbesserungseinheiten.

Die Berechnung nach dieser Formel für die vorgenannten vier Lokomotivgattungen zeigt die Übersicht 4.

Übersicht 4.

Berechnung der Ausbesserungseinheiten für allgemeine Ausbesserung von **Tendern** mit Abheben des Wasserkastens.

	Nummer der Reihe	S 10^{1}		P 8		G 8^{1}	
		t, cbm Anzahl	Wert	t, cbm Anzahl	Wert	t, cbm Anzahl	Wert
Leergewicht in t . .	1	24,830	2,98	21,310	2,56	21,000	2,52
Drehgestelle	2	2	0,60	2	0,60	—	—
Wasserkasten, Rauminhalt in cbm . . .	3	31,5	1,30	21,5	1,20	16,5	1,10
Gesamtwert . .	4		4,88		4,36		3,62
Ausbesserungseinheiten	5		980		870		720

Nachdem so bei allen Lokomotivgattungen für je eine Grundausbesserungsart von Gestell mit Maschine, Kessel und Tender die Grundausbesserungseinheiten ermittelt wurden, sind unter Benutzung dieser Werte die Grundausbesserungseinheiten für alle anderen Arten der Grundausbesserungen in der aus Übersicht 5 ersichtlichen Weise berechnet worden.

Bei Gestell mit Maschine ist angenommen, dafs sich bei allen Lokomotivgattungen die Ausbesserungseinheiten für die 3 Arten der allgemeinen Ausbesserung [G] α, [G] β und [G] γ ebenso zu der bereits für alle Lokomotivgattungen berechneten Art der allgemeinen Ausbesserung mit Einbau eines Ersatzkessels [G] δ verhalten, wie bei der G. 8^{1}-Lokomotive, für welche die Werte [G] α, [G] β, [G] γ im einzelnen genau ermittelt sind.

Bei Kesseln ist der Wert für allgemeine Ausbesserung [K] α für G. 8^{1}-Lokomotiven genau ermittelt und alsdann der Wert für die anderen Gattungen unter der Annahme berechnet, dafs sich die Werte [K] α zu den bereits für alle Lokomotivgattungen berechneten Werten [K] γ für innere Untersuchung ebenso verhalten wie der Wert [K] α zu [K] γ bei der G. 8^{1}-Lokomotive.

Die Werte [K] β für die äufsere Untersuchung der Kessel sind dagegen derart berechnet, dafs von den bereits bei allen Lokomotivgattungen errechneten Werten [K] γ für innere Untersuchung die Ausbesserungseinheiten für Reinigung des Langkessels sowie für Auswechseln sämtlicher Heizrohre und Rauchrohre abgezogen worden sind. Ein Abzug für die Reinigung der Feuerbüchsen von Kesselstein ist nicht gemacht worden. Es ist also angenommen, dafs die Feuerbüchse bei innerer Untersuchung und äufserer Untersuchung gleich gründlich gereinigt wird. Die gleiche gründliche Reinigung ist übrigens auch bezüglich der allgemeinen Ausbesserung angenommen worden. Der Abzug der Ausbesserungseinheiten für das Auswechseln der Heizrohre und Rauchrohre mufs deshalb erfolgen, weil bei der inneren Untersuchung, bei welcher ja alle Heizrohre und Rauchrohre ausgewechselt werden müssen, die Ausbesserungseinheiten für dieses Auswechseln in die Grundeinheiten

Übersicht 5.

Berechnung der Grundausbesserungseinheiten für Hauptausbesserungen.

	Ausbesserungsart	Nr. der Reihe	S 10^{1}	P 8	G 8^{1}	T 16
[G]	Wiederherstellung von Gestellen mit Maschine					
α	Allgemeine Ausbesserung ohne Ausbau des Kessels . $\frac{4000 \cdot \text{Reihe } 4}{4400}$	1	4960	4110	4000	4470
β	Allgemeine Ausbesserung mit Ausbau und Wiedereinbau des eigenen Kessels . . . . $\frac{4200 \cdot \text{Reihe } 4}{4400}$	2	5210	4310	4200	4700
γ	Allgemeine Ausbesserung mit Ausbau und Wiedereinbau des eigenen Kessels und Vornahme der Druckprobe . . . . . $\frac{4300 \cdot \text{Reihe } 4}{4400}$	3	5340	4420	4300	4810
δ	Allgemeine Ausbesserung mit Einbau eines Ersatzkessels nach Reihe 15 der Übersicht 2 . . .	4	5460	4520	4400	4920
[K]	Wiederherstellung von Kesseln					
α	Allgemeine Ausbesserung $\frac{1050 \cdot \text{Reihe } 15}{2410}$	5	1170	1020	1050	940
β	Äufsere Untersuchung:					
	Durchmesser des Langkessels . .	6	1,65	1,62	1,61	1,52
	Länge des Langkessels	7	4,9	4,7	4,5	4,5
	Reihe 6 × Reihe 7	8	8,09	7,61	7,25	6,84
	Ausbesserungseinheiten für Reinigung . . . . . . $\frac{50 \cdot \text{Reihe } 8}{7{,}25}$	9	56	52	50	47
	Zahl der Heizrohre	10	136	127	139	152
	Ausbesserungseinheiten für Heizrohre . . . . . 1,00 . Reihe 10	11	136	127	139	152
	Zahl der Rauchrohre	12	26	26	24	21
	Ausbesserungseinheiten für Rauchrohre . . . . . 6,00 . Reihe 12	13	156	156	144	126
	Reihe 9 + Reihe 11 + Reihe 13 .	14	348	335	333	325
	Ausbesserungseinheiten für äufsere Untersuchung Reihe 16—Reihe 14	15	2680	2340	2410	2150
γ	Innere Untersuchung nach Reihe 7 der Übersicht 3	16	3030	2670	2740	2480
[T]	Wiederherstellung von Tendern					
α	Allgemeine Ausbesserung ohne Herausnahme der Radsätze bei 2 und 3achsigen Tendern $\frac{180 \cdot \text{Reihe } 21}{720}$	17	—	—	180	
	bei 4achsigen Tendern $\frac{220 \cdot \text{Reihe } 22}{870}$	18	250	220	—	
β	Allgemeine Ausbesserung ohne Abheben des Wasserkastens bei 2 und 3achsigen Tendern $\frac{640 \cdot \text{Reihe } 21}{720}$	19	—	—	640	
	bei 4achsigen Tendern $\frac{770 \cdot \text{Reihe } 22}{870}$	20	870	770	—	
γ	Allgemeine Ausbesserung mit Abheben des Wasserkastens bei 2 und 3achsigen Tendern nach Reihe 5 der Übersicht 4	21	—	—	720	
	bei 4achsigen Tendern nach Reihe 5 der Übersicht 4	22	980	870	—	

mit einbezogen sind, während bei der äufseren Untersuchung des Kessels für das Auswechseln von Heiz- und Rauchrohren je nach der ausgewechselten Anzahl besondere Zuschläge eingesetzt werden.

Bei Tendern sind die Werte [T] α für allgemeine Ausbesserung ohne Herausnahme der Radsätze und [T] β für allgemeine Ausbesserung mit Herausnahme der Radsätze ohne Abheben des Wasserkastens bei den zwei- und dreiachsigen Tendern unter der Annahme berechnet, dafs diese Werte sich bei allen Lokomotivgattungen zu den bereits berechneten Werten [T] γ für allgemeine Ausbesserung mit Herausnahme der Radsätze und mit Abheben des Wasserkastens ebenso verhalten, wie bei der G. 8^1-Lokomotive. Bei den vierachsigen Tendern tritt an die Stelle der G. 8^1-Lokomotive die P. 8-Lokomotive.

Übersicht 6.

Berechnung der Zuschlagausbesserungseinheiten für die Zuschläge [41], [42], [43], [44] für Gestell mit Maschine.

		Nummer der Reihe	S 10^1	P 8	G 8^1	T 16
	Durchm. d. Befestigungsschrauben in mm		30	30	30	30
	Plattenrahmen			1	1	1
	Barren- oder gemischter Rahmen . . .		1			
[41]	Dampfzylinder, äufseren, abnehmen; Zahl der Befestigungsschrauben . .	1	44	42	42	38
	Ausbesserungseinheiten für 1 Befestigungsschraube (bei Plattenrahmen je Schraube bis 25 mm Durchm. 2,50 A. E.. über 25 mm Durchm. 3,00 A. E, bei Barren-od. gemischtem Rahmen je Schraube 3,50 A. E.) .	2	3,50	3,00	3,00	3,00
	Reihe 1 . Reihe 2	3	154	126	126	114
	Ausbesserungsarbeiten am Zylinder $30 \cdot \frac{\text{Reihe 1}}{42}$	4	31	30	30	27
	Gesamtausbesserungseinheiten Reihe 3 + Reihe 4	5	190	160	160	140
[42]	Dampfzylinder, inneren, abnehmen; Zahl der durchgehenden Befestigungsschrauben	6	74			
	Ausbesserungseinheiten für 1 durchgehende Befestigungsschraube . .	7	4			
	Reihe 6 . Reihe 7	8	296			
	Zahl der Befestigungskopfschrauben	9	48			
	Ausbesserungseinheiten für 1 Befestigungskopfschraube . . .	10	2			
	Reihe 9 . Reihe 10	11	96			
	Ausbesserungsarbeiten am Zylinder $30 \cdot \frac{(\text{Reihe 6} + \text{Reihe 9})}{42}$	12	87			
	Zuschlag für Mehrarbeit bei den Vierzylinder-Lokomotiven	13	40			
	Gesamtausbesserungseinheiten Reihe 8 + Reihe 11 + Reihe 12 + + Reihe 13	14	520[1])			
[43]	Rahmenwangen abnehmen, je Rahmenwange $170 \cdot \frac{\text{Reihe 3 der Übersicht 5}}{4300}$ . .	15	210	170	170	190
[44]	Voller Neuanstrich der Lokomotive $100 \cdot \frac{\text{Reihe 3 der Übersicht 5}}{4300}$ . .	16	120	100	100	110

[1]) Bei zusammenhängendem äufseren und inneren Zylinder nur 340 Ausbesserungseinheiten.

Übersicht 7.

Berechnung der Zuschlagausbesserungseinheiten für die Zuschläge $g - o\alpha$ für Kessel.

Bezeichnung des Zuschlags			S 10^1	P 8	G 8^1	T 16
	Überdruck in at		15	12	14	12
	für Lok. mit 14 u. 15 at: $V_1 = \frac{\text{Reihe 1 der Übersicht 3}}{13,88}$		1,267		1,000	
	für Lok. mit 10 u. 12 at: $V_2 = \frac{\text{Reihe 1 der Übersicht 3}}{14,35}$			1,000		0,847
g	1 durchgehenden Seitenwandflicken der Feuerbüchse oder des Stehkessels einsetzen	$V_1 . 440$ bzw. $V_2 . 420$	560	420	440	360
		Überdruckziffer	+ 10			
		Zuschlag	570	420	440	360
h α	1 links- und 1 rechtsseitigen durchgehenden Seitenwandflicken der Feuerbüchse oder des Stehkessels einsetzen	$V_1 . 710$ bzw. $V_2 . 670$	900	670	710	570
		Überdruckziffer	+ 20			
		Zuschlag	920	670	710	570
h β	2 links- und 2 rechtsseitige durchgehende Seitenwandflicken der Feuerbüchse und des Stehkessels einsetzen	$V_1 . 1030$ bzw. $V_2 . 1020$	1310	1020	1030	860
		Überdruckziffer	+ 40			
		Zuschlag	1350	1020	1030	860
i	Feuerbüchsrohrwand ausbauen	$V_1 . 400$ bzw. $V_2 . 400$	510	400	400	340
		Überdruckziffer	+ 10			
		Zuschlag	520	400	400	340
k	Feuerbüchsrückwand ausbauen	$V_1 . 350$ bzw. $V_2 . 350$	440	350	350	300
		Überdruckziffer	+ 10			
		Zuschlag	450	350	350	300
l α	Feuerbüchse ausbauen einschl. Bodenring ausbauen und alten wieder einsetzen	$V_1 . 1430$ bzw. $V_2 . 1440$	1810	1440	1430	1220
		Überdruckziffer	+ 30			
		Zuschlag	1840	1440	1430	1220
l β	Feuerbüchse ausbauen einschl. Bodenring erneuern	$V_1 . 1610$ bzw. $V_2 . 1620$	2040	1620	1610	1370
		Überdruckziffer	+ 30			
		Zuschlag	2070	1620	1610	1370
l γ	Feuerbüchse ausbauen einschl. Bodenring ausbauen und alten wieder einsetzen und 2 durchgehende Seitenwandflicken des Stehkessels einsetzen	$V_1 . 1750$ bzw. $V_2 . 1790$	2220	1790	1750	1520
		Überdruckziffer	+ 50			
		Zuschlag	2270	1790	1750	1520
l δ	Feuerbüchse ausbauen einschl. Bodenring erneuern und 2 durchgehende Seitenwandflicken des Stehkessels einsetzen	$V_1 . 1930$ bzw. $V_2 . 1970$	2450	1970	1930	1670
		Überdruckziffer	+ 50			
		Zuschlag	2500	1970	1930	1670
m α	Feuerbüchse ausbauen einschl. Bodenring ausbauen und alten wieder einsetzen und Stehkessel ganz erneuern	$V_1 . 2520$ bzw. $V_2 . 2570$	3190	2570	2520	2180
		Überdruckziffer	+ 60			
		Zuschlag	3250	2570	2520	2180
m β	Feuerbüchse ausbauen einschl. Bodenring erneuern und Stehkessel ganz erneuern	$V_1 . 2700$ bzw. $V_2 . 2750$	3420	2750	2700	2330
		Überdruckziffer	+ 60			
		Zuschlag	3480	2750	2700	2330
n	Stehkesselvorderwand ausbauen	$V_1 . 270$ bzw. $V_2 . 270$	340	270	270	230
		Überdruckziffer	+ 10			
		Zuschlag	350	270	270	230
o α	Stehkesselrückwand ausbauen	$V_1 . 380$ bzw. $V_2 . 400$	480	400	380	340
		Überdruckziffer	+ 10			
		Zuschlag	490	400	380	340

8. Aufstellung der Zuschlagausbesserungseinheiten für Hauptausbesserungen.

Die Berechnung der Zuschläge für Gestell mit Maschine ist in der aus Übersicht 6 erkennbaren Weise erfolgt. Die Zuschläge für das Abnehmen der Zylinder sind nach Zahl, Durchmesser und Art der Befestigungsschrauben berechnet, wobei noch ein Unterschied zwischen Befestigung am Plattenrahmen und am Barrenrahmen gemacht ist. Bei Berechnung der Zuschläge für Abnahme von Rahmenwangen und bei Neuanstrich ist die Annahme gemacht, dafs diese Werte sich bei allen Gattungen zu dem im einzelnen genau ermittelten Wert bei der G. 8¹-Lokomotive ebenso verhalten wie die Werte [G] γ für allgemeine Ausbesserung von Gestell mit Maschine mit Kesseldruckprobe zu dem der G. 8¹-Lokomotive.

Die Werte für die Zuschläge enthalten gemäfs den früheren allgemeinen Ausführungen nur diejenigen Ausbesserungseinheiten, welche bei Ausführung der Zuschlagausbesserungen mehr zu leisten sind gegenüber der allgemeinen Ausbesserung ohne diese Zuschlagausbesserungen. Z. B. bewertet der Betrag von 100 Ausbesserungseinheiten für vollen Neuanstrich der G. 8¹-Lokomotive nicht etwa alle mit dem Neuanstrich verbundenen Arbeiten, vielmehr ist dieser Betrag der Rest, welcher übrig bleibt, nachdem von dem vollen Wert für Neuanstrich diejenigen Ausbesserungseinheiten abgezogen sind, welche im Durchschnitt bei einer allgemeinen Ausbesserung für den gewöhnlich erfolgenden Anstrich geleistet werden.

Die Zuschläge für die Kesselarbeiten sind in Übersicht 7 und 8 berechnet. Bei den in Übersicht 7 angegebenen Zuschlägen für Feuerbüchs- und Stehkesselarbeiten sind die Werte für G. 8¹- und P. 8-Lokomotiven im einzelnen genau ermittelt worden. Für die andern Lokomotivgattungen mit 14 und 15 at Überdruck ist angenommen, dafs sich die Werte für die Zuschläge bei diesen Lokomotivgattungen zu denen bei der G. 8¹-Lokomotive wie die Heizflächen der Feuerbüchsen verhalten. Für die Lokomotivgattungen mit 10 und 12 at Überdruck ist die Heizfläche der P. 8-Lokomotive in gleicher Weise als Grundlage gewählt. Der höhere Überdruck bei den Lokomotiven mit 15 at gegenüber dem Überdruck der G. 8¹-Lokomotive, welcher 14 at beträgt, und der niedrigere Überdruck bei den Lokomotiven mit 10 at gegenüber dem Überdruck der P. 8-Lokomotive, welcher 12 at beträgt, ist durch Hinzufügen oder Abziehen einer jeweils verschieden bemessenen Überdruckziffer berücksichtigt. Der höchste Wert dieser Überdruckziffer ist + 60, der niedrigste — 50 Ausbesserungseinheiten.

Die andern Zuschläge für Kesselarbeiten sind derart berechnet, dafs die Werte für die G. 8¹-Lokomotive, welche im einzelnen genau ermittelt wurden, unter Berücksichtigung der Durchmesser, Längen oder Flächen der mafsgebenden Teile

Übersicht 8.

Berechnung der Zuschlagausbesserungseinheiten für die Zuschläge $f\alpha$ bis $f\gamma$ und $o\beta$ bis s für Kessel.

			Nr. der Reihe	S 10¹	P 8	G 8¹	T 16
$f\alpha$	Rauchkammermantel abbauen oder zu einem Viertel und mehr erneuern; für die	Länge m	1	1,97	1,80	1,50	1,80
	ersten 3 qm der Fläche je qm 18 Ausbesserungs-Einheiten	Durchm. m	2	1,74	1,90	1,90	1,85
	über 3—5 „ „ „ „ „ 14 „ „ . . . . „ 5—10 „ „ „ „ „ 10 „ „	Fläche = R 1 . R 2 . π	3	10,77	10,74	8,95	10,46
	„ 10—15 „ „ „ „ „ 6 „ „	Zuschlag	4	140	140	120	130
	„ 15 „ „ „ „ „ 4 „ „						
$f\beta$	Rauchkammertür erneuern	Durchm m	5	1,55	1,43	1,43	1,38
	bis 1,20 m Durchm. 70 Ausbesserungs-Einheiten	Zuschlag	6	90	90	90	80
	über 1,20—1,40 „ „ 80 „ „						
	„ 1,40 „ „ 90 „ „						
$f\gamma$	Rauchkammertürwand erneuern	Durchm. m	7	1,74	1,90	1,90	1,85
	für das erste m des Durchm. je 100 mm 11 Ausbesserungs-Einheiten . . .	Zuschlag	8	180	190	190	190
	über 1 „ „ „ „ 100 „ 9 „ „ . . .						
$o\beta$	Stehkesseldecke ausbauen, bzw. durchgehenden Stehkesseldeckenflicken einsetzen; für das	Länge m	9	3,17	2,83	2,51	2,50
		Breite m	10	1,28	1,28	1,28	1,06
	erste qm der Fläche je qm 160 Ausbesserungs-Einheiten . . . . . . über 1—2 „ „ „ „ „ 80 „ „	Fläche = R 9 . R 10 qm	11	4,06	3,62	3,21	2,65
	„ 2 „ „ „ „ „ 40 „ „	Ausbesserungs-Einheiten	12	320	300	290	270
		Überdruckziffer	13	30	—	20	—
		Zuschlag	14	350	300	310	270
p	Bodenring ausbauen und alten wieder einsetzen	Rostfläche qm	15	3,12	2,62	2,63	2,25
		Zuschlag = $\frac{210}{2,63} \cdot R\ 15$	16	250	210	210	180
q	Bodenring erneuern	Zuschlag = $\frac{390}{2,63} \cdot R\ 15$	17	460	390	390	330
r	Kesselschufs ganz oder teilweise erneuern; für die	Länge m	18	2,45	2,35	2,25	2,25
	ersten 3 qm der Fläche je qm 60 Ausbesserungs-Einheiten	Durchm. m	19	1,65	1,62	1,61	1,52
	über 3—5 „ „ „ „ „ 30 „ „ . . . . „ 5—10 „ „ „ „ „ 20 „ „	Fläche = R 18 . R 19 . π	20	12,70	11,96	11,38	10,74
	„ 10—15 „ „ „ „ „ 10 „ „	Zuschlag	21	370	360	350	350
	„ 15 „ „ „ „ „ 5 „ „						
s	Rauchkammmerrohrwand ausbauen; für das	Durchm. m	22	1,63	1,87	1,87	1,82
	erste m des Durchm. je 100 mm Durchm. 22 Ausbesserungs-Einheiten	Zuschlag	23	310	340	340	330
	über 1,00—1,50 „ „ „ „ „ „ „ 16 „ „						
	„ 1,50 „ „ „ „ „ „ „ 10 „ „						

der G. 8¹-Lokomotive und der anderen Lokomotivgattungen umgerechnet wurden. Die Art der Berechnung im einzelnen geht aus Übersicht 8 hervor.

9. Zusammenstellung aller Ausbesserungseinheiten für Hauptausbesserungen.

Das Gesamtergebnis aller Berechnungen ist in Übersicht 9 (s. Anlage am Schlufs des Heftes) übertragen, auf welcher die Ausbesserungseinheiten für alle preufsischen Lokomotivgattungen bei allen Arten der Ausbesserungen zusammengestellt sind. Es sind in den oberen Reihen auch diejenigen sonstigen Lokomotivgattungen der Reichsbahn angegeben, welche einigermafsen mit den darunter stehenden preufsischen Lokomotivgattungen verglichen werden können. Empfehlenswert ist jedoch eine genaue neue Berechnung für alle Gattungen, die sich nach den mitgeteilten Formeln leicht ausführen läfst. (Schlufs folgt.)

Aus dem Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Aus dem Beirat des Organs sind in der jüngsten Zeit eine Anzahl Mitglieder ausgeschieden. Der technische Ausschufs des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen hat daher in seiner Sitzung in Mariazell vom 25. bis 27. Juni eine Ergänzung des Beirates vorgenommen. Es gehören ihm nun folgende Mitglieder an:

Oberregierungsbaurat Arzt, Reichsbahndirektion Oldenburg; Oberregierungsbaurat Professor Baumann, Reichsbahndirektion Karlsruhe; Ministerialrat Engels, Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen Wien; Abteilungsdirektor Höfinghoff, Eisenbahn-Zentralamt Berlin; Ministerialrat Hundsdorfer, Deutsche Reichsbahn, Gruppe Bayern, München; Abteilungsvorstand Oberingenieur Joosting, Generaldirektion der Niederländischen Eisenbahnen in Utrecht; Oberinspektor Kramer, Direktion der kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen Budapest; Abteilungsdirektor Nägele, Reichsbahndirektion Stuttgart; Direktor Pogány, Betriebsdirektion der Donau-Save-Adria-Eisenbahngesellschaft (vorm. Südbahngesellschaft) in Budapest; Oberregierungsbaurat Ruthemeyer, Reichsbahndirektion Cassel; Regierungsbaurat Tetzlaff, Eisenbahn-Zentralamt Berlin; Sektionschef Baudirektor Dr. Trnka, Generaldirektor der Österreichischen Bundesbahnen Wien.

Die Herren sind bereit die Aufnahme von Bearbeitungen technischer Gegenstände im Organ zu vermitteln.

Richtlinien der D. R. B. für den Bau und den Betrieb ortsfester Druckluftanlagen zur Untersuchung und Unterhaltung der Kunze-Knorrbremse G.

Die vollständige Einführung der durchgehenden Güterzugbremse soll bis zum 31. März 1925 im ganzen Netz der Deutschen Reichsbahn beendigt sein. Es müssen daher bis zu diesem Zeitpunkt die sämtlichen in Betracht kommenden Fahrzeuge mit Druckluftbremse oder Leitung ausgerüstet sein und die zur Unterhaltung und Untersuchung der Bremseinrichtungen erforderlichen Anlagen geschaffen werden. Die in gröfseren Zeitabschnitten in den Hauptwerkstätten vorzunehmenden Bremsuntersuchungen genügen nicht, um ein dauernd einwandfreies Arbeiten der Bremsen zu sichern. Es müssen noch weiterhin in den Betriebsgleisen Anlagen vorgesehen werden, die der Überwachung der Bremsen und der Beseitigung kleinerer Schäden dienen. Zu diesem Zweck hat der Reichsverkehrsminister im Februar 1924 Richtlinien für den Bau und den Betrieb ortsfester Druckluftanlagen zur Untersuchung und Unterhaltung der Kunze-Knorrbremse G erlassen.

Die Untersuchung und Unterhaltung der Bremseinrichtungen der Güterzuglokomotiven wird von den Bahnbetriebswerken ausgeführt, die in der Regel mit den erforderlichen Einrichtungen bereits versehen sind. Auch für die Untersuchung der Wagen sind in den einzelnen Reichsbahn-Direktionsbezirken bereits Anlagen errichtet worden, die nunmehr beschleunigt durch weitere Anlagen ergänzt werden sollen. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen Untersuchungsanlagen auf Zugauflösebahnhöfen und Füllanlagen zum Auffüllen der zusammengestellten Züge unabhängig von der Lokomotive. Aufserdem kommen noch Druckluftanschlüsse für Unterwegsuntersuchungen in Betracht, die jedoch nur da angewendet werden, wo sie gegenüber der Verwendung von Lokomotiven wirtschaftliche Vorteile bieten, und Druckluftanschlüsse in den Ausbesserungsgleisen für Schadwagen, die je nach Lage an das Leitungsnetz des Bahnbetriebswerkes oder der Füllanlage anzuschliefsen sind.

Die Untersuchungsanlagen auf den Zugauflösebahnhöfen dienen der Untersuchung der Bremseinrichtungen ganzer Züge oder der luftgebremsten Spitzengruppen auf Gangbarkeit der Bremsen und Dichtigkeit der Leitungen, um sofort nach Eingang Mängel festzustellen. Die Untersuchung soll in der Regel in den Einfahrgleisen als Eingangsuntersuchung vorgenommen werden. Dieser Forderung kann beim Bau neuer Bahnhöfe dadurch leicht Rechnung getragen werden, dafs die Zahl der Einfahrgleise der Höchstzahl der zu erwartenden Züge angepafst wird. Für die Untersuchung eines 120 Achsen starken Zuges ist bei eingearbeitetem Personal unter Berücksichtigung der sonstigen auf den Einfahrgleisen auszuführenden Arbeiten ein Zeitaufwand von 30 bis 40 Minuten zu rechnen, währenddessen der Zug unbewegt stehen bleibt. Es kann also der Ablauf erst nach Umflufs dieser Zeitspanne beginnen. Bei bestehenden Bahnhöfen können Schwierigkeiten auftreten, die bauliche Veränderungen nötig machen. Es soll jedoch nur in besonderen Fällen, unter genauer Abwägung der zu erwartenden betrieblichen Schwierigkeiten als letzter Ausweg zur Untersuchung der Züge vor Ausfahrt übergegangen werden. Die nachträgliche Aussonderung von Schadwagen in gröfserer Zahl mufs hierbei besonders berücksichtigt werden um Betriebsstörungen zu vermeiden.

Die Füllanlagen zum Auffüllen der zusammengestellten Züge sind in den Ausfahrgleisen anzuordnen; die Züge werden hier unabhängig von der Lokomotive mit Druckluft gefüllt, brems- und wagentechnisch nochmals untersucht und der Bremsprobe unterzogen. Hierfür ist bei einem 120 Achsen starken Zug ein Zeitaufwand von 10 bis 15 Minuten erforderlich. Unter Berücksichtigung kleinerer Ausbesserungsarbeiten, der Übernahme des Zuges durch das Zugpersonal usw. ist jedoch auch hier bis auf weiteres mit einem Stillstand von etwa 40 Minuten zu rechnen. Für die anfahrende Zuglokomotive genügt sodann eine Zeit von 1 bis 2 Minuten zur Vornahme der vereinfachten Bremsprobe.

Die ortsfesten Druckluftanlagen in den Einfahrgleisen als Untersuchungsanlagen und in den Ausfuhrgleisen als Füllanlagen sind in den Grundzügen gleichartig. Sie bestehen aus der Drucklufterzeugungsanlage, den Luftsammelbehältern, den Speise- und Verteilungsleitungen mit den erforderlichen Zapfstellen und den Prüfböcken mit Füllschläuchen. Die Luftverdichter zur Erzeugung der Druckluft von 8 at Überdruck sollen möglichst im Mittelpunkt des Leitungsnetzes aufgestellt werden; sie besitzen meist Wasserkühlung, können jedoch bei schwieriger Wasserversorgung auch für Luftkühlung ausgeführt werden. Die angesaugte Luft wird durch einen Staubabscheider gereinigt. In die Druckluftleitung sind Wasser- und Ölabscheider eingebaut. Die Luftsammelbehälter sollen einen Fassungsraum

igen.

		tur					Ochtum				Wörth Preufsen					
				IVe VIIIc Mallet						VIIa	VIId					
				D						F 2	F 1e Fe			F 1		
		V2			XII H2				V		VV					
				P 3/5 ND CV					G III G 2 1 G 2 II	C IV Zw	CIV Vb			G 3/3		G VI G 3/4 ND
		42	P 6	P 7	P 8	P 10	G 1	G 2	G 3	G 41	G 42	G 43	G 51	G 52	G 53	G 54
G																
	α	30	3690	4220	4110	5450	2150	2640	2800	2800	2870	3040	3090	3180	3380	3470
	β	90	3880	4430	4310	5730	2250	2770	2940	2940	3020	3190	3250	3340	3550	3650
	γ	80	3970	4530	4420	5860	2310	2830	3010	3010	3090	3260	3320	3420	3640	3730
	δ	60	4060	4640	4520	6000	2360	2900	3080	3080	3160	3340	3400	3500	3720	3820
41	Da	00	140	2)	160	120	60	100	100	100	90	100	90	100	110	110
42	Da	—	—	260	—	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	Ra	40	160	180	170	230	90	110	120	120	120	130	130	140	140	150
44	V(	80	90	110	100	140	50	70	70	70	70	80	80	80	80	90
K																
	α	710	920	850	1020	1250	530	580	640	670	670	700	790	790	790	790
	β	530	2120	1960	2340	2870	1220	1320	1480	1540	1540	1600	1810	1810	1810	1810
	γ	380	2440	2220	2670	3290	1450	1550	1690	1750	1750	1850	2070	2070	2070	2070
e	α	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	β	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	γ	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
f	α	80	120	90	140	200	60	50	70	90	80	80	90	90	90	90
	β	80	80	80	90	90	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	γ	150	180	160	190	190	130	140	180	180	150	150	160	160	160	160
g		260	340	360	420	560	160	190	220	230	230	250	320	320	320	320
h	α	420	540	580	670	900	360	300	340	360	360	410	500	500	500	500
	β	640	820	840	1020	1300	390	450	510	550	550	620	770	770	770	770
i		250	320	330	400	500	150	180	210	220	220	240	300	300	300	300
k		220	280	280	350	440	140	160	180	190	190	210	260	260	260	260
l	α	900	1150	1160	1440	1800	560	660	750	780	780	870	1080	1080	1080	1080
	β	010	1300	1310	1620	2030	630	750	850	880	880	980	1220	1220	1220	1220
	γ	120	1430	1420	1790	2210	690	810	930	970	970	1080	1350	1350	1350	1350
	δ	230	1580	1570	1970	2440	760	890	1030	1070	1070	1190	1480	1480	1480	1480
m	α	600	2060	2050	2570	3180	990	1170	1350	1400	1400	1560	1940	1940	1940	1940
	β	720	2200	2200	2750	3410	1060	1250	1450	1500	1500	1670	2070	2070	2070	2070
n		170	220	220	270	340	100	120	140	150	150	160	200	200	200	200
o	α	250	320	310	400	480	150	180	210	220	220	240	300	300	300	300
	β	260	270	290	300	350	180	2,0	190	190	200	240	270	270	260	260
p		180	180	190	210	320	120	150	120	120	120	140	180	180	180	180
q		340	330	360	390	590	220	270	230	230	230	260	330	330	330	330
r		250	350	340	360	400	220	240	270	270	270	250	270	270	270	270
s		280	330	300	340	330	260	260	280	280	280	270	300	300	300	300
t		0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
u		1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—
v		6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—
T																
	α	220	220	220	220	260	120	120	150	150	150	150	150	150	150	150
	β	770	770	770	770	890	410	410	540	540	540	540	540	540	540	540
	γ	870	870	870	870	1010	460	460	610	610	610	610	610	610	610	610

1)

2)

3)

	Jever										T 13 HD	Simson					
	IVd		VIb	IXa Xa	Ig				VIc			Xb					
								T 9				T 4 T 6	T 14			T 18	
b T	IV T			V T					XIV HT						XI HT XV T		
2/3	Pt 2/4			D II R 3/3 DV, T 3 T 4 II		D VIII D XI Pt L 3/4 T 4 I	DX		P 5 ND		D XII Pt 2/5 P 2 II	R 4/4 Gt L 4/4	Pt 3/6		T 5		
4²	T 5¹	T 5²	T 6	T 7	T 8	T 9¹	T 9²	T 9³	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 18	T 20
20	3200	3290	3930	2760	3130	3330	3250	3730	4220	3780	4050	3750	4640	4150	4470	4820	6160
60	3360	3460	4120	2900	3280	3490	3420	3910	4430	3970	4260	3930	4870	4350	4700	5060	6470
30	3440	3540	4220	2970	3360	3580	3500	4010	4530	4070	4360	4030	4980	4460	4810	5180	6630
00	3520	3620	4320	3040	3140	2660	3580	4100	4640	4160	4460	4120	5100	4560	4920	5300	6780
00	140	140	110	100	110	100	100	90	120	100	110	110	140	140	140	140	180
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	140	140	170	120	130	140	140	160	180	160	170	160	200	180	190	200	260
70	80	80	100	70	80	80	80	90	110	90	100	90	120	100	110	120	150
90	590	700	890	560	630	640	620	640	940	690	820	690	980	710	940	980	1150
20	1350	1600	2040	1280	1450	1480	1430	1470	2150	1590	1890	1590	2250	1620	2150	2240	2650
30	1560	1860	2330	1520	1650	1680	1660	1710	2470	1840	2160	1840	2570	1880	2480	2570	3130
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
60	80	130	120	50	90	70	90	80	120	70	110	70	130	90	130	140	150
70	80	80	80	70	80	70	70	80	80	80	80	80	80	80	80	80	90
40	140	190	170	140	160	140	150	150	190	150	180	150	190	170	190	190	190
40	190	260	370	180	210	210	210	220	310	250	280	250	410	250	360	390	540
30	310	410	610	290	330	340	330	360	490	410	440	410	650	390	570	660	870
60	470	620	880	430	510	520	500	540	750	620	670	620	990	600	860	940	1260
40	180	240	340	170	200	200	200	210	290	240	260	240	390	230	240	370	490
20	160	210	300	150	170	180	170	190	260	210	230	210	340	200	300	320	430
10	660	880	1230	610	730	730	710	760	1050	870	940	870	1390	840	1220	1320	1750
80	750	990	1380	690	820	820	800	860	1190	980	1060	980	1570	950	1370	1490	1970
30	820	1090	1500	760	900	910	890	950	1310	1080	1170	1080	1730	1050	1520	1650	2140
00	910	1200	1650	840	990	1000	980	1040	1440	1190	1290	1190	1910	1150	1670	1810	2360
10	1180	1570	2160	1090	1300	1300	1270	1360	1880	1560	1690	1560	2490	1500	2180	2360	3090
70	1270	1680	2310	1170	1390	1390	1360	1460	2010	1670	1800	1670	2660	1610	2330	2530	3310
90	120	160	230	120	130	140	130	140	200	160	180	160	260	160	230	250	330
40	180	240	330	170	200	200	200	210	290	240	260	240	390	230	340	370	470
90	220	230	290	200	200	200	240	230	260	180	240	180	270	280	270	270	300
90	130	130	180	110	120	120	130	120	150	140	140	140	200	190	180	190	350
70	230	250	340	200	220	230	230	230	270	260	260	260	370	350	330	360	650
30	250	250	280	240	280	260	250	300	350	310	330	310	350	290	350	350	450
60	260	330	310	280	300	260	270	270	330	270	320	270	330	310	330	330	340
30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—
—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—	6,—

von nicht unter 10 bis 12 cbm besitzen; sie sind vor Sonnenstrahlung geschützt aufzustellen. Bei langen Speiseleitungen und einer grofsen Zahl von Zapfstellen ist es zweckmäfsig in der Nähe der letzteren besondere Pufferbehälter aufzustellen. Die Sammelbehälter und die Pufferbehälter erhalten an der Luftzuführungsstelle Rückschlagventile als Sicherung gegen Luftverluste in der Zuleitung. In die Luftentnahmeleitungen sind Absperrventile und Druckminderungsventile eingebaut, die den Druck bis auf 6 at Überdruck in den Verteilungsleitungen abdrosseln. Die Speise- und Verteilungsleitungen werden in der Regel flach im Boden verlegt; frostfreie Verlegung ist nicht erforderlich, da bei genügend grofsen Behältern die Leitungen nur wenig Wasser führen; es genügt, sie in schwachem Gefälle bis zu den Zapfstellen zu verlegen und an den Endpunkten in einfachster Weise zu entwässern. Die Leitungen dürfen nicht in Schlacken- oder Rauchkammerlösche verlegt werden, da sie sonst in kurzer Zeit zerstört werden. Die Zapfstellen, die als Überflurzapfstellen ausgeführt werden sollen, befinden sich an jenem Gleisende, an dem die Spitze des ein- und ausfahrenden Zuges gewöhnlich hält. Zwischen je zwei Gleisen genügen je zwei Zapfstellen, von denen die erste etwa 30 bis 40 m vom Merkzeichen zurückliegt; die zweite liegt in einer Entfernung von etwa 20 bis 30 m von der ersten. Der Prüfbock besteht aus einem leicht tragbaren Gestell, das einen Reglerhahn und zwei Manometer trägt; er wird einerseits mit seinem Anschlufsschlauche an die Zapfstelle und andrerseits an den zu behandelnden Zug angeschlossen und vertritt in seiner Wirkungsweise das Führerbremsventil der Lokomotive. Pfl.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Zur Frage der »günstigsten Neigung« der Eisenbahnen.

(Schweizer Bauzeitung 1924, Bd. 83, Nr. 19.)

Die virtuellen Längen, die auf die Widerstandsarbeit der Zugbewegung aufgebaut sind und die bisher im allgemeinen für die Bestimmung der günstigsten Neigung zugrunde gelegt waren, sowie die virtuellen Koeffizienten, die nach statistischen Daten ermittelt sind, berücksichtigen nicht alle Umstände, die bei der Bestimmung der günstigsten Neigung in Betracht zu ziehen sind. In neuerer Zeit wurden auch statt der virtuellen Längen virtuelle Höhen benützt, die es auch ermöglichen, die Steigerung der Betriebskosten und die Erhöhung der Neigung zu berücksichtigen. Bei Benutzung aller dieser angegebenen virtuellen Gröfsen ist jedoch nicht berücksichtigt, dafs zur Vereinfachung das Wachsen aller Betriebskosten in gleichem Verhältnis mit der Erhöhung der Neigung angenommen wird, dafs in Wirklichkeit aber die Zunahme eine sehr verschiedene ist (Brennstoffverbrauch, Vorbereitungsdienst, Warte- und Umkehrzeiten, Bremsung und Bahnunterhaltung usw.). Es ist daher als günstigste Neigung die Neigung der kleinsten Gesamtförderkosten zu bestimmen. Für die Zug-, Strecken- und Verwaltungskosten sind deshalb entsprechend dem dem Entwurf zu Grunde zu legenden Verkehrsumfang Kurven aufzustellen, mit den Gefällen als Abscissen. Werden diese drei Kurven graphisch addiert, so ergibt sich eine neue Kurve, deren Minimum in der Abscisse die günstigste Neigung bestimmt. Diese Neigung berücksichtigt dann die verschiedene Steigerung der gesamten Förderkosten, d. h. die Zinsen für den verminderten Bauaufwand, die Betriebs- und alle sonstigen Kosten. Wa.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Versuche in Rufsland mit Schwellenstopfmaschinen.

Da gegenwärtig durch die Kostspieligkeit der menschlichen Arbeitskraft die Frage des Maschinenbetriebes auch für die Bahnunterhaltung brennend geworden ist, verdienen noch nachträglich Versuche bekannt zu werden, die in Rufsland mit mechanischer Schwellenunterstopfung auf der Strecke Moskau—Kasan angestellt wurden. Diese Versuche sind schon 1914 gemacht, geben aber für besondere Verhältnisse auch heute noch wertvolle Fingerzeige. Verwendet wurde eine Druckluft-Stopfmaschine der Firma Ingersoll Kand, die auf einem gewöhnlichen Eisenbahnkleinwagen untergebracht war. Zu dem Versuche stand nur ein Stopfer von ungefähr 16 kg Gewicht zur Verfügung. Die Ausmafse des Schlagkopfes waren 12,2 cm Breite, 1,5 cm Dicke und 6,9 cm Länge. Das Ende war um 24° abgebogen. Stopfer und Schlagkopf waren aus Amerika bezogen. Die ersten Versuche wurden an Sandbettung mittlerer Güte ausgeführt. Den Arbeitern fiel die Handhabung des Stopfers schwer, ebenso die Regelung seines Ganges und der Schlagstärke; manchmal fielen die Schläge zu stark aus und die Stopfung ging schlecht vonstatten. Obgleich es schliefslich gelang, die Versuchsschwellen befriedigend zu unterstopfen, so war der erste Erfolg doch keineswegs ermutigend. Es erhob sich unwillkürlich die Frage, ob sich die Einführung mechanischer Unterstopfung lohnt, da doch die Handarbeit keine grofse Geschicklichkeit voraussetzt und ob nicht die Schwellenunterstopfung zu der Art von Arbeiten gehört, bei denen nach ihrer Eigenart die besten Ergebnisse mit der Handarbeit erzielt werden.

Bei genauerem Nachsehen kam man auf den Gedanken, dafs die Ausmafse und die Form des Schlagkopfes für Sandbettung nicht geeignet sein könnten und dafs das zu stark abgebogene Ende des Stopfers dem russischen Arbeiter nicht liege. Man vermutete auch, dafs sich das Ergebnis bessern würde, wenn zwei Stopfer zugleich, je einer von jeder Schwellenseite, arbeiteten; leider gelang es nicht, einen zweiten Stopfer zu bekommen. Man konnte also die Versuche nur dahin ändern, dafs man einen anderen Schlagkopf anwendete. Auch in Schotterbettung, die in einigen Weichen und an einzelnen Schienenstöfsen lag, versuchte man die Stopfmaschine. Als man dem Druckluftstopfer gegenüber einen Arbeiter mit der Stopfhacke ansetzte, wurde trotz der Verschiedenheit dieser beiden Stopfverfahren das Ergebnis besser. Als man weiter den Schlägen eine Richtung von 45° zur Schwellenachse gab, verdichtete sich die Bettung schneller und stärker. Auch die Verkleinerung des Steigungswinkels des Schlagkopfes wirkte günstig. Endlich ergab in Sandbettung die Verwendung eines besonders dafür hergestellten hölzernen, eisenbeschlagenen Schlagkopfes von 12,2 cm Breite, 3 cm Dicke und 9,1 cm Länge völlig befriedigende Ergebnisse. Man wollte daher an eine Verwendung in gröfserem Umfange herangehen, allein der Kriegsausbruch machte den Versuchen vorzeitig ein Ende. Dr. Saller.

Neuere Wege und Ergebnisse der Gleisunterhaltung.

(Die Bautechnik, 1924, Heft 9 und 11.)

In den letzten Jahren wurde der Erforschung der Gleisvorgänge und Gleisanordnungen zu wenig Wert beigelegt. Um auf diesen Gebieten zweckdienliche Unterlagen für die weitere Ausbildung des Oberbaues sammeln zu können, wurde bereits eine Reihe von Apparaten konstruiert, welche Abnützung und Formänderung der Oberbauteile durch Messung bestimmen lassen. Sie sind so beschaffen, dafs sie rasch angebracht und abgenommen werden können und für alle vorkommenden Oberbauarten verwendbar sind. Ihnen sollen noch Apparate folgen für die Bestimmung der Wirksamkeit einzelner Bauteile und der Form- und Lagenänderung im Oberban unter dem fahrenden Zug.

Folgende Apparate sind z. Z. vorhanden: 1. Der Schienenquerschnittsmesser, 2. der Schienenhöhenmesser, 3. der Laschenquerschnittsmesser, 4. der Längenmesser für Schienen und Laschen.

Die gleistechnischen Aufgaben für die bis jetzt fertiggestellten Mefsapparate sind:

1. Geneigte oder senkrechte Stellung der Schiene. Bei senkrechter Stellung könnte die Schienenbefestigung symmetrisch gestaltet werden. Auch wäre es nicht nötig, bei eisernen Schwellen ohne Unterlagsplatten die Schwelle zu knicken. Dagegen spricht jedoch der Umstand, dafs der Fufs einer senkrechten Schiene nach aufsen stärker auf die Schwelle drückt, als bei der jetzigen Lage, und dafs zu befürchten ist, dafs der Kopf in stärkerer Neigung abgefahren wird. Eine solche Schiene läfst sich aber wegen der verringerten Lauffläche nicht mehr gedreht verwenden, weil dies

für Rad und Schiene eine Überanstrengung des Materials bewirken würde, die beim Rad zu Brüchen, bei der Schiene zu Quetschungen führt. Durch die Senkrechtstellung würde ein unzulässiger Mehrverbrauch an Bogenschienen eintreten. Die Anpassung des Radreifens an die senkrecht gestellte Schiene durch zylindrische Gestaltung ist für den ruhigen Lauf der Fahrzeuge nachteilig. Unter diesen Verhältnissen mufs auch in Zukunft die Neigung der Schiene mit 1 : 20 beibehalten werden.

2. Aufprefsform alter Laschen. Das vom Geh. Oberbaurat Wegner vorgeschlagene Verfahren des Aufpressens von alten Laschen besteht darin, dafs abgenützte Laschen, die sich in die Laschenkammer eingepresst haben, in rotglühendem Zustand in eine über das Regelmafs der neuen Lasche hinausgehende Form geprefst werden, so dafs sie mit Spannung wieder in die vergröfserte Laschenkammer passen. Hierdurch kann die Lebensdauer der Laschen erhöht werden. Die Form der Lasche mufs sich dann nach der Abnützung der Laschenkammer richten. Messungen des Schienenquerschnittes haben ergeben, dafs die ursprüngliche Neigung der Laschenanschlagflächen auch bei tiefem Eingraben der Lasche in die Schiene erhalten bleibt. Bei den Längenmessungen hat sich gezeigt, dafs die Abnützung am unteren Laschenrande ziemlich gleichmäfsig ist, während sie am oberen Rande gegen das Schienenende allmählich zunimmt und am Schienenende selbst ihren gröfsten Wert erreicht. Hiernach mufs die richtige Aufprefsform zwei Trapezen gleich sein, die mit ihren gröfseren Parallelseiten aneinanderstofsen. Die Aufprefsmafse können durch eine einfache Lehre gemessen werden.

3. Erhöhung der Verschleifsfestigkeit der Schienen. Gründlich vorbereitete und durchgeführte Versuche sollen zeigen, wie sich ein erhöhter Abnutzungswiderstand der Kurven- und Weichenschienen erreichen läfst. Um die Versuchsdauer abzukürzen, sollen die Versuche in Strecken vorgenommen werden, in denen der Verschleifs besonders grofs ist. Die Versuchsschienen und die zu vergleichenden gewöhnlichen Schienen müssen vor dem Einbau auf Härte und Beschaffenheit geprüft und nach dem Versuche durch Messungen miteinander verglichen werden.

4. Ermittlung der günstigsten Laschenhärte. Es soll untersucht werden, ob nicht der Verschleifs durch härteres Material eingeschränkt werden kann. Auch diese Frage kann nur durch sorgfältige Versuche gelöst werden. Dabei ist auch die Abnützung der Schienen zu untersuchen, um zu prüfen, ob nicht das härtere Laschenmaterial ein erhöhtes Ausschlagen der Laschenkammer verursacht.

5. Untersuchung der Gleisstöfse im ganzen. Durch ausgedehnte Versuchsreihen wird untersucht werden müssen, ob eng aneinander gerückte oder vereinigte Stofsschwellen oder durchlaufende Unterlagsplatten (Stofsbrücken) günstiger sind. Solche örtlich weit auseinander liegende Versuche müssen nach einheitlichen Grundsätzen durchgeführt werden.

Auf diese Weise hofft man festzustellen, in welcher Anordnung der Oberbau den an ihn gestellten grofsen Anforderungen am besten gewachsen ist.

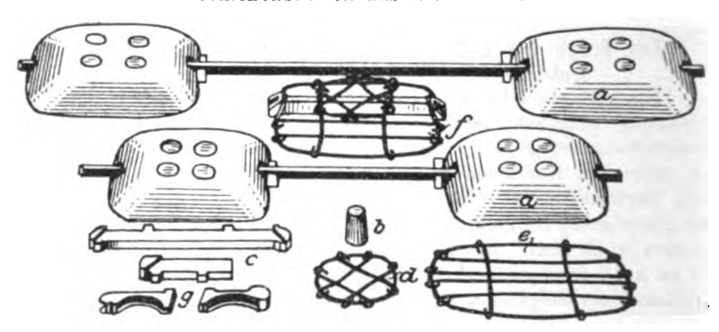
Wa.

Schienenstützen aus Eisenbeton in Britisch-Indien.

(Concrete and Constructional Engineering 1923. Bd. 18, S. 667.)

Seit einiger Zeit verwendet die indische Eisenbahnverwaltung sog. Stentschwellen aus Eisenbeton, die aus zwei Betonblöcken bestehen, die durch eine mit Keilen befestigte Flacheisenstange verbunden sind (s. Abb.). Um jede Oberbauart darauf befestigen zu können, sind in jedem Klotz vier genügend grofse Löcher ausgespart, in die Holzdübel eingetrieben werden, welche zur Aufnahme der Befestigungsmittel (Nägel, Schrauben) dienen. Hierdurch braucht nur eine Form des Klotzes hergestellt zu werden, die dann für alle Oberbauarten pafst. Die Eisenbewehrung besteht aus einer oberen und einer unteren, die gitterförmig ausgebildet und miteinander durch weitere

Schienenstützen aus Eisenbeton.



Eisen zu einem korbähnlichen Gebilde verbunden sind. Die Eisen haben einen Durchmesser von 6,5 – 9,7 mm. Ein einbetoniertes, hohles Gufsstück, das auch seinerseits die oberen und unteren Eiseneinlagen gegeneinander abstützt, dient zur Aufnahme der verbindenden Flacheisenstange. Eine Fabrik in Delhi erzeugt jährlich 200000 Stück, man hofft jedoch in Zukunft bis zu 500 000 Stück jährlich herstellen zu können. Bei Proben haben die Schienenstützen gegenüber Gufseisenschwellen eine wesentlich hohere Widerstandskraft gezeigt. Auf der indischen Nord-West-Bahn wurden bereits etwa 160 km Gleis auf derartigen Schwellen verlegt. Auch bei absichtlich herbeigeführten Entgleisungen haben sich diese Schienenstützen gut bewährt. Bezüglich der dauernd sicheren Gleislage werden die Erfahrungen der kommenden Jahre abzuwarten sein.

Wa.

Bahnhöfe nebst Ausstattung, Lokomotivbehandlungsanlagen.

Vorrichtung zum selbsttätigen Auffüllen der Windkessel von Wasserkranen mit Druckluft.*)

(„Verkehrstechnik" 1923, Heft 38 und 1924, Heft 15.)

Zur Vermeidung von Wasserschlägen, die oft zu Rohrbrüchen führen, werden bei Wasserkränen Windkessel verwendet. Sehr oft sind diese Windkessel jedoch völlig mit Wasser gefüllt, da im Betrieb die abgesperrte Luft entweder durch Wirbelbewegungen des Wassers mitgerissen oder vom Wasser verschluckt oder aufgelöst wird. Die Luftfüllvorrichtung von Regierungsbaurat Dr. Ing. G. Wagner, Magdeburg bezweckt das selbsttätige Nachfüllen von Luft in die Windkessel. Sie besteht der Hauptsache nach aus einem besonderen Luftfüllbehälter, der tiefer als der Windkessel des Wasserkrans angeordnet ist. Ein Dreiweghahn am tiefsten Punkte des Luftbehälters ermöglicht in Stellung I Wassereintritt aus einer kleinen Zweigleitung der Kranleitung, in Stellung II dagegen ein Leerlaufen des Behälters. Ein zweiter Dreiweghahn am höchsten Punkte verbindet in Stellung I den Behälter mit dem Windkessel, während in Stellung II der Behälter mit der freien Luft in Verbindung steht. Wenn beide Dreiweghähne sich in Stellung II befinden, kann daher der Luftfüllbehälter sich von oben her mit Luft füllen, während sein Wasserinhalt unten abfliefst. Bei Umstellung beider Hähne in Stellung I tritt sodann von unten her Wasser ein, das den abgesperrten Luftvorrat nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren in den höher stehenden Windkessel drückt. Durch ein mit der Absperrschieberstange des Wasserkrans in Verbindung gebrachtes Gestänge wird bei jeder Betätigung des Wasserkrans eine entsprechende Steuerung der Hähne veranlafst.

Bei einer neueren Bauart der Vorrichtung wird der Antrieb zur Umsteuerung der Hähne durch eine gefederte Doppelklinke vom Handrad des Wasserkrans abgenommen. Diese Bauart hat den Vorzug, dafs die einfache Antriebsvorrichtung sich aufserhalb der Krangrube befindet und dafs die Vorrichtung auch von kleineren Werkstätten unter Verwendung von Altteilen und Altstoffen hergestellt werden kann. Als Luftfüllbehälter ist ein Ausgleichluftbehälter einer ausgemusterten Lokomotive verwendbar.

Eine andere Ausführungsform der Vorrichtung hat den Vorteil, in keiner mechanischen Verbindung mit dem Absperrschieber zu stehen. Der untere Dreiweghahn ist hierbei durch ein besonderes doppelsitziges Steuerventil, der obere durch ein einfaches Rückschlagventil in der Verbindungsleitung zwischen Luftfüllbehälter und Windkessel ersetzt. Eine besondere Öffnung zum Lufteintritt ist nicht vorhanden, da die Öffnung für den Wasserabflufs genügend weit ist, um gleichzeitig den Lufteintritt von unten her zu gestatten. Wird der Wasserkran nicht benutzt, so hält der volle Druck der Wasserleitung das Steuerventil in der einen Endstellung fest, wobei der

*) D. R. P. Nr. 353751 und 359708.

Luftfüllbehälter mit der Aufsenluft in Verbindung steht, also leerlaufen und sich mit Luft füllen kann, während durch den Druck im Windkessel das Rückschlagventil geschlossen gehalten wird. Wird der Wasserkran geöffnet, so sinkt der Druck in der Leitung entsprechend der Ausflufshöhe des Wasserkrans und je nach dem Grade der Öffnung auf ½ bis 1 at. Diese Druckminderung bewirkt ein Umsteuern des Steuerventils in seine andere Endstellung, in der die Verbindung des Luftfüllbehälters mit der Aufsenluft abgesperrt wird, während gleichzeitig der Luftfüllbehälter mit der Wasserleitung verbunden wird. Das eintretende Wasser bewirkt ein Zusammenpressen der abgesperrten Luft, die unter selbsttätigem Öffnen des Rückschlagventils in den Windkessel gedrückt wird. Wird der Wasserkran wieder geschlossen, so bewirkt der steigende Wasserdruck das Umsteuern des Steuerventils in seine erste Stellung. Dieser Vorgang erfolgt auch, wenn durch Benützung benachbarter Wasserkranen eine Druckminderung erzeugt wird. Es darf daher der Luftfüllbehälter nicht zu grofs gewählt werden, um unwirtschaftliches Überfüllen der Windkessel zu vermeiden.
Pfl.

Lokomotiven und Wagen.

Umbau von 2 C-Personenzuglokomotiven der Donau-Save-Adria-Bahn in Heifsdampflokomotiven.

(„Die Lokomotive" 1923, Nr. 12.)

Die österreichische Südbahn, die jetzt den obengenannten Namen führt, hat einige ihrer aus dem Jahre 1897 stammenden 2 C-Zwillingslokomotiven in Heifsdampflokomotiven umgebaut. Nach fast 27 jähriger Dienstzeit mufste der Kessel vollständig ausgeschieden werden. Damit war Gelegenheit gegeben, ohne besonders hohe Mehrkosten einen zeitgemäfsen Umbau durchzuführen. Der neue Kessel behielt mit Rücksicht auf die anstofsenden Teile die Abmessungen des alten, jedoch sind die beiden Dome mit Verbindungsrohr durch einen einzigen Dom ersetzt, auf dessen Deckel die Popventile sitzen. Die damit erzielte Gewichtsersparnis von nahezu 1000 kg wurde zur Anbringung eines Dabeg-Vorwärmers benützt. Der Kesseldruck wurde erhöht, teils um die Leistung zu erhöhen, teils um den gröfseren Druckabfall des Kleinrohrüberhitzers auszugleichen. Die abgenützten Dampfzylinder wurden durch solche gröfseren Durchmessers mit Lentz-Ventilsteuerung ersetzt. Die Kosten des Umbaus waren gegenüber der sonst erforderlichen gründlichen Wiederherstellung nur um 20% höher. Die Lokomotiven sollen in einer langen Reihe von Versuchsfahrten den gehegten Erwartungen voll entsprochen haben; Zahlenwerte hierzu liegen indessen darüber noch nicht vor. Die Abmessungen vor und nach dem Umbau sind:

	Nafsdampf	Heifsdampf	
Kesselüberdruck p	12,5	14,0	at
Zylinderdurchmesser d	500	520	mm
Kolbenhub h	680	680	„
Kesseldurchmesser innen (gröfster)	1490	1490	„
Kesselmitte über Schienenoberkante	2500	2500	„
Heizrohre, Anzahl	231	29	Stck.
„ , Durchmesser	45/50	46/51	mm
Rauchrohre, Anzahl	—	96	Stck.
„ Durchmesser	—	70/76	mm
Rohrlänge	4760	4760	„
Wasserberührte Heizfläche der Feuerbüchse	11,3	11,3	qm
„ „ „ Rohre	172,7	130,6	„
Feuerberührte Heizfläche des Überhitzers	—	69,1	„
Rostfläche R	2,85	2,85	„
Durchmesser der Treibräder D	1540	1540	mm
„ „ Laufräder	880	880	„
Fester Achsstand	3350	3350	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	6750	6750	„
Reibungsgewicht G_1	42,0	43,5	t
Dienstgewicht der Lokomotive G	60,0	62,3	„
Leergewicht der Lokomotive	54,17	56,3	„
Zugkraft $Z = 0{,}5 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 h : D =$	6900	8350	kg
Verhältnis Z : G =	115	134	
„ $Z : G_1 =$	164	192	

R. D.

Versuche mit Dampfheizung in Personenzügen.

(Glasers Annalen 1924, Band 94, Heft 8.)

In der Quelle wird in ausführlicher Weise über Versuche mit Dampfheizung in Personenzügen berichtet, die beim Versuchsamt für Wagen der Deutschen Reichsbahn in Potsdam ausgeführt wurden. Die Versuche beabsichtigten festzustellen, welche Zuglängen von der Lokomotive aus beheizt werden können und welche Umstände im einzelnen, z. B. die Bauart der Heizeinrichtungen und der Kupplungen, die Weite der Dampfheizleitungen usw, von Einflufs auf den Erfolg der Heizung sind. Die Versuche konnten aus mehrfachen Gründen nicht mit fahrplanmäfsigen Zügen vorgenommen werden. Es wurden daher mit besonders zusammengestellten Zügen Sonderfahrten ausgeführt. Die für diese Züge benutzten Wagen wurden so verwendet, wie sie vom Betrieb zur Verfügung gestellt oder von den Fahrzeugbauanstalten neu angeliefert wurden. Bei der Heizung sich zeigende Mängel wurden soweit wie möglich beseitigt. Die Züge wurden zusammengestellt aus D-Zugwagen mit Nieder- und Hochdruckheizung, aus D-Zugwagen mit Nieder- und Unterdruckheizung, aus Durchgangwagen 4. Klasse alter Bauart mit Niederdruckheizung, aus Einheitsdurchgangwagen 4. Klasse mit Niederdruck- und Unterdruckheizung, aus Einheitsabteilungen 4. Klasse mit Niederdruck- und Unterdruckheizung. Die Wärme in den Abteilen wurde mit gewöhnlichen Thermometern gemessen, wobei jedoch Ungenauigkeiten mit in Kauf genommen werden mufsten; der Verlauf der Schaulinien wird hierdurch aber nicht nennenswert beeinflufst. Die verbrauchte Dampfmenge wurde mit einem Dampfmesser von Bayer, Leverkusen, ermittelt, der in einen zwischen Lokomotive und Versuchszug eingestellten Mefswagen eingebaut war. Die Heizung des Mefswagens war so angeschlossen, dafs ihr Dampfverbrauch nicht mitgemessen wurde.

Die Versuchszüge waren bei Beginn der Versuche im allgemeinen nicht vorgeheizt; mit der Heizung wurde erst bei Abfahrt begonnen. Naturgemäfs dauerte es unter diesen Umständen länger, bis eine ausreichende Wärme in den Wagen erreicht wurde, als beim Vorheizen im Stillstand. Die Heizung der Wagen wurde meist auf gröfste Leistung, also auf niedrigste Aufsentemperatur eingestellt, da hauptsächlich festgestellt werden sollte, welche Zuglänge von der Lokomotive aus beheizt werden konnte. Die Versuchsergebnisse wurden in Schaubilder übertragen, die die Wärmeänderungen in den einzelnen Wagen nach im allgemeinen viertelstündlich vorgenommenen Ablesungen zeigen.

Wegen der beschränkten Raumverhältnisse kann nachstehend nur ein Versuch besprochen werden, der am 19. Januar 1924 in Strecke Grunewald-Schneidemühl unternommen wurde. Der Versuchszug bestand aus D-Zugwagen 3. Klasse, einem D-Zugwagen 1./2. Klasse (Nr. 1) und drei D-Zugwagen 2./3. Klasse (Nr. 4, 10, 13). Die Wagen hatten eine Hauptleitung mit einem Innendurchmesser von 44,5 mm, Nieder- und Hochdruckdampfheizung und waren mit zweiteiligen Heizkupplungen verbunden.

Die Heizung sämtlicher Wagen wurde auf gröfste Heizleistung eingestellt. Unter Bewertung eines während der Versuchsfahrt ermittelten Fehlers in der Einstellung der Heizung einiger Wagen kann angenommen werden, dafs bei dieser Fahrt 10 Wagen geheizt worden sind. Da die Aufsentemperatur im mittel etwa + 2½° betrug und die in den ersten 9 Wagen erreichten Endtemperaturen zwischen + 16° und + 24° lagen, so ist die gesamte Heizwirkung nur als mäfsig zu bezeichnen. Da die Heizung auf Höchstleistung eingestellt war, würden bei niedrigen Aufsentemperaturen von etwa − 10° bis − 15° wesentlich niedriger liegende Temperaturen in den Wagen erreicht worden sein, oder die Zahl der geheizten Wagen wäre entsprechend kleiner geworden. Der Dampfdruck betrug im mittel 3,7 at, der Dampfverbrauch für den ganzen Zug vor der Nachregelung 800 kg/Std. und nachher 650 kg/Std., während der ganzen Fahrt im mittel 713 kg/Std. Bei 10 geheizten Wagen entfällt demnach auf einen Wagen ein Verbrauch von ∽ 72 kg/Std.

Als allgemeines Ergebnis der Versuche kann angenommen werden, dafs bei Zügen mit Durchgangwagen alter Bauart mit Niederdruckheizung nur etwa 7 Wagen ausreichend geheizt werden können, bei D-Zugwagen mit Nieder- und Hochdruckheizung 10 Wagen, bei D-Zugwagen mit Nieder- und Unterdruckheizung 15 Wagen. Der Dampfverbrauch betrug etwa 58 kg/Std. für einen Wagen der alten Bauart, 73 kg/Std. für einen D-Zugwagen mit Nieder- und Hochdruckheizung und 52 kg/Std. für einen solchen mit Nieder- und Unterdruckheizung. Der hohe Dampfverbrauch von 73 kg/Std. bei der Nieder- und Hochdruckheizung dürfte vornehmlich auf den aus den Abdampfrohren unausgenutzt entweichenden Dampf zurückzuführen sein.

Bei den Einheitsdurchgangwagen 4. Klasse konnten bei Verwendung einteiliger Kupplungen 9 Wagen mit einem Dampfverbrauch von je etwa 36 kg/Std., bei Verwendung zweiteiliger Kupplungen 14 Wagen mit einem Dampfverbrauch von je 33 kg/Std. geheizt werden.

Bei den Einheitsabteilwagen 4. Klasse wurden bei Verwendung einteiliger Kupplungen 9 Wagen (Dampfverbrauch je 47 kg/Std.) bei Verwendung von zweiteiligen Kupplungen 22 Wagen (Dampfverbrauch je 41 kg/Std.) ausreichend geheizt.

Die einteilige Kupplung mit einem Durchmesser von 28 mm verursachte gegenüber der zweiteiligen Kupplung mit 44,5 mm Durchmesser einen Dampfmehrverbrauch von etwa 6 kg/Std für einen Wagen mit 51 mm weiter Dampfleitung. Der Mehrverbrauch zeigte sich geringer bei Zügen mit 44,5 mm weiter Heizleitung. Hieraus wird der Schlufs gezogen, dafs der Dampfverbrauch um so gröfser wird, je gröfser der Unterschied in den Durchmessern der Leitung und Kupplungen ist. Eine Vergröfserung der Dampfheizleitungen ohne gleichzeitige Anpassung der Kupplungen wirkt daher nachteilig auf den Dampfverbrauch ein.

Bei Heizversuchen mit stillstehenden Zügen ergab sich ein um etwa 6 kg/Std. niedrigerer Dampfverbrauch gegenüber fahrenden Zügen. Pfl.

Werkstätten, Stoffwesen.

Ein neues Verfahren zur Berechnung und Herstellung selbstspannender Kolbenringe.

(Z. d. V. D. J. 1924, Heft 11.)

So mannigfaltig die Herstellungsverfahren für selbstspannende Kolbenringe sind und so sehr hierbei das Bestreben darauf gerichtet ist, diesen durch die Form und Bearbeitung die zur Erzielung einwandfreier Abdichtung und vor allem zur Vermeidung ungleichmäfsigen Verschleifses der Zylinderbohrung notwendige Eigenschaft gleicher Pressung gegen die Zylinderwand in jedem Flächenelement zu verleihen, so wenig ist dieses Ziel in der Praxis erreicht.

Einen neuen Versuch in dieser Richtung hat der schwedische Ingenieur Bennet unternommen. Aufser der grundsätzlichen Forderung, dafs der Kolbenring nach dem Aufschneiden nicht mehr bearbeitet werden darf, legt er seiner Berechnung den nicht mehr neuen Gedanken zugrunde, dafs der Ring, eingespannt, kreisrunde Form annimmt und am ganzen Umfang gleiche Flächenpressung gegen die Zylinderwand ausübt. Aus den mathematischen Folgerungen dieser Voraussetzungen leitet nun Bennet die Formel für die Kurve des ungespannten Ringes ab und stellt zur bequemen praktischen Verwertung seines Resultates eine Gleichung für die Herstellung von Schablonen auf, mit Hilfe derer die Fabrikation solcher Ringe eine sehr einfache wird.

Der Erfinder hat bereits durch Versuche die Vorzüge seiner Kolbenringe bestätigt, so u. a. an einer Lokomotive der schwedischen Eisenbahn, indem er in den rechten Hochdruckzylinder gehämmerte, in die übrigen nach dem neuen Verfahren hergestellte Ringe einbaute. Nach einer Fahrtleistung dieser Lokomotive von 80000 km zeigte der rechte Hochdruckzylinder in senkrechter Richtung den 15fachen Verschleifs gegenüber den übrigen Zylindern. Ro.

Bücherbesprechungen.

Unterrichtsblätter für Heizerschulen. Bearbeitet unter Zugrundlegung der von der Zentral-Arbeitsgemeinschaft der Arbeitgeber und Arbeitnehmer Deutschlands in Gemeinschaft mit dem Reichswirtschaftsministerium und einem Ausschufs von technischen Sachverständigen und Vertretern der deutschen Länder aufgestellten Richtlinien und des Lehrplanes für bodenständige Heizerschulen. 2. unveränderte Auflage, 259 Seiten, 69 Abbildungen, Schaubilder und Tabellen. Verlag von R. Oldenbourg, München-Berlin.

a) „Schulausgabe“ (lose Bogen in Einheft-Sammelmappe): Wird zu Unterrichtszwecken nur an Schulausschüsse für bodenständige Heizerschulen und an Lehranstalten abgegeben und ist nur unmittelbar vom Verlag zu beziehen — bei Sammelbezug von mindestens 10 Stück — zum Vorzugspreis von 3.00 G.-M. je Stück (einschl. Porto und Verpackung) gegen Voreinsendung oder Nachnahme.

b) „Buchausgabe“ (als festes Buch gebunden), Sondertitel: „Die Heizerausbildung“ — inhaltlich jedoch mit der Schulausgabe übereinstimmend. Zu beziehen durch den Buchhandel oder auch unmittelbar durch den Verlag. Preis: Broschiert 5.00 G.-M. und gebunden 6.00 G.-M.

Kohle ist bei uns seit dem unglücklichen Ausgang des Krieges, der uns wichtigste Erzeugungsgebiete entrissen oder uns die Nutzniefsung solcher geschmälert hat, ein volkswirtschaftlich hochwertiges Gut geworden, so dafs sparsamster Verbrauch eines der obersten Gebote unserer Wirtschaftsführung geworden ist. Diese sparsame Verwendung setzt Kenntnisse voraus, Kenntnis der Beschaffenheit des Brennstoffes, des Verbrennungsvorganges, der Einrichtungen. Solche Kenntnisse zu verbreiten und die Bedeutung der Wichtigkeit und Notwendigkeit sparsamer Bewirtschaftung der Kohle immer mehr zum Allgemeingut zu machen, ist ein Gebot der Zeit. Wie die einfachsten Grundregeln schon in der Volksschule in weiteste Kreise getragen werden sollen, so ist eine weitergehende Unterweisung desjenigen Berufsstandes nötig, dessen Aufgabe die Verwendung der Kohle ist, der Dampfkesselheizer. Berufsheizerschulen sorgen daher für die Heranbildung eines tüchtigen Heizerpersonals. Als Grundlage für den Unterricht in solchen Schulen aber auch für den Selbstunterricht ist dieses Buch erschienen. Dafs das Buch auf Richtlinien beruht, die von allen interessierten Stellen ausgearbeitet wurden, verleiht ihm eine besondere Bedeutung.

Unter Berücksichtigung dieser Richtlinien hat der Verfasser in seinen „Unterrichtsblättern für Heizerschulen“ ein Lehr- und Lernmittel zur Verwendung bei zeitgemäfsen Heizerkursen geschaffen, das seinen Zweck in bester Weise erfüllen wird. In diesen Blättern kommt nicht nur der sachverständige Wärmeingenieur, sondern vor allem auch der erfahrene Lehrer zum Wort. Eine mehr als 20jährige Tätigkeit als berufsmäfsiger Leiter und Lehrer von Heizerkursen gibt dem Verfasser die Möglichkeit, aus einer Fülle von Erfahrungen zu schöpfen, wie sie auf diesem Gebiet kaum einem zweiten zur Verfügung stehen werden. Klar und übersichtlich ist der Stoff aufgebaut und in Wort und Form dem Verständnis des Heizers, der meist den gröfsten Teil seines Volksschulwissens wieder vergessen hat, nahe gebracht. Aber nicht nur für den Berufsheizer sind die „Unterrichtsblätter“ eine wertvolle Gabe; jedem Kesselbesitzer Betriebsingenieur, sowie werdenden Ingenieur kann die „Buchausgabe“ dieser Unterrichtsblätter, die unter dem Sondertitel: „Die Heizerausbildung“ im gleichen Verlag erschienen ist, zum Studium bestens empfohlen werden.

Freilich, die theoretische Belehrung allein tuts nicht; sie ist nur eine Voraussetzung. Wichtiger noch ist die unmittelbare praktische Anleitung, die der Heizer von einem älteren erfahrenen und den neuzeitlichen Anforderungen genügenden Berufsgenossen oder einem erfahrenen Betriebsleiter erhält, sowie die Aufsicht, die seiner Dienstausübung gewidmet wird.

Das Buch ist in erster Linie für Heizer ortsfester Anlagen geschrieben. Solche Anlagen zur Kraft- und Lichterzeugung besitzt auch die Eisenbahnverwaltung. Die allgemeinen Ausführungen über Grundbegriffe der Naturlehre, Verbrennungsvorgang, Brennstoffe können jedoch auch als Grundlage für den Unterricht an Lokomotivheizer verwendet werden, wenngleich hier die praktische Ausbildung eine noch gröfsere Rolle spielt, als bei den Heizern ortsfester Anlagen. Dr. Ue.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Abb. 3. N_i Kurve der Abdampfturbine (G 10).

N_i Kurve für 9950 kg/St. Dampfverbrauch

N_i Kurve für 8650 kg/St. Dampfverbrauch

PS_i 700 600 500 400 300 200 100

0 10 20 30 40 50 60 km/St.

Abb. 4. N_i Kurve der Abdampfturbine (P 8)

N_i Kurve für 9950 kg/St. Dampfverbrauch

N_i Kurve für 8650 kg/St. Dampfverbrauch

PS_i 700 600 500 400 300 200 100

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km/St.

Abb. 5. Leistungsverbrauch für die Kondensation bei der G 10-Lokomotive.

Bewegungs-Widerstand

Hilfsmaschine

PS_i 300 200 100

0 10 20 30 40 50 60 km/St.

Abb. 6. Leistungsverbrauch für die Kondensation bei der P 8-Lokomotive.

Bewegungs-Widerstand

Hilfsmaschine

PS_i 300 200 100

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km/St.

Abb. 7. Mehr- und Minderleistung der G 10-Lokomotive mit Abdampfturbine.

N_i (Lokomotive und Tender)

N_i Lokomotive

PS_i 1400 1200 1000 800 600 400 200

0 10 20 30 40 50 60 km/St.

Abb. 8. Mehr- und Minderleistung der G 10-Lokomotive mit Abdampfturbine.

N_i (Lokomotive und Tender)

N_i Lokomotive

PS_i 1400 1200 1000 800 600 400 200

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km/St.

Abb. 1 bis 8 zum Aufsatz: Abdampftriebtender bei Kolbenlokomotiven.

Abb. 1. N_i Kurve der G 10-Lokomotive.

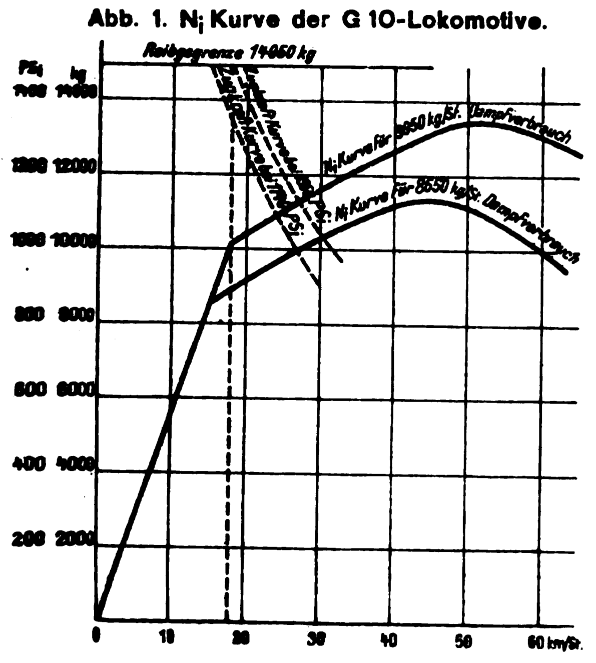
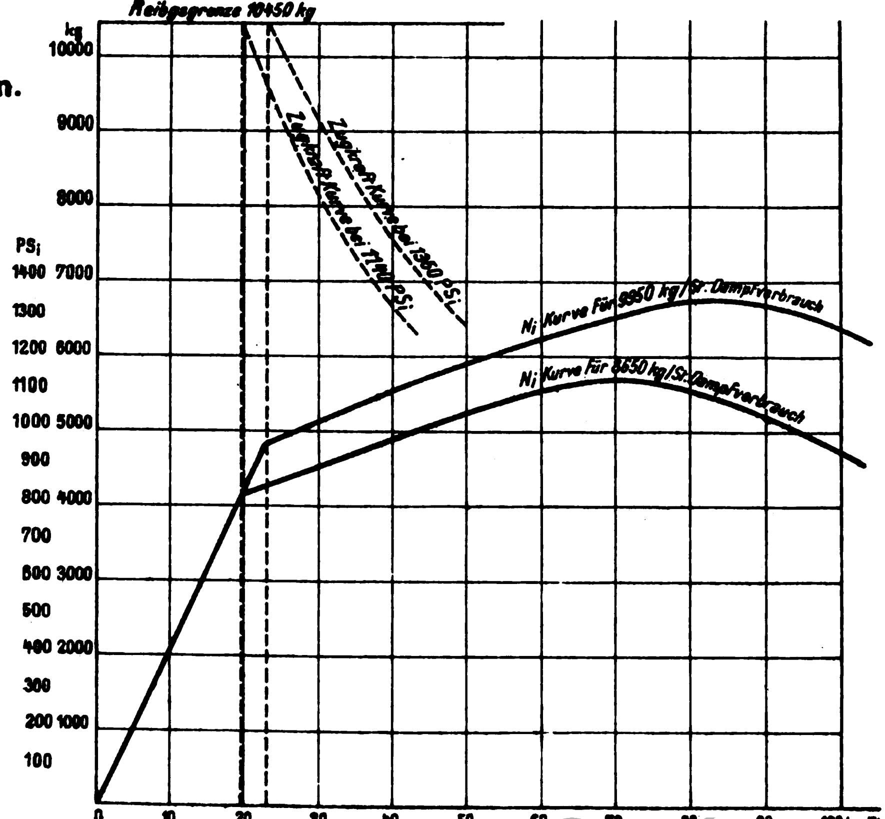


Abb. 2. N_i Kurve der P 8-Lokomotive.



1924 HEFT 8

ORGAN
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. **H. Uebelacker**, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. **A. E. Bloss**, Dresden.

79. Jahrgang | 30. Juli 1924 | Heft 8

Die neue Gattungsbezeichnung und Nummerung des Lokomotivparks der Deutschen Reichsbahn.

Von Oberregierungsbaurat **Wilhelm Müller**, Köln.

Seit dem letzten Jahre begegnen uns neue Lokomotiven mit neuer Gattungsbezeichnung an den Seitenwänden des Führerhauses und neuen, ungewohnt hohen Lokomotivnummern, letztere nicht mehr, wie bei den bisherigen preufsischen Lokomotiven, beiderseits der Rauchkammer oder, wie vorwiegend bei süddeutschen Lokomotiven üblich, nur am Führerhause, sondern wie bei amerikanischen Lokomotiven auch vorne auf der Rauchkammertür unter dem Schornstein.

Es sind dies nicht, wie man vermuten könnte, die neuen typisierten Einheitslokomotiven der Reichsbahn, die nach einheitlichen Grundsätzen und übereinstimmenden, in den Normungsausschüssen festgesetzten Bauformen gebaut werden. Die mit diesen, zur Zeit erst in der Stufe des Entwurfs befindlichen Lokomotiven eingeleitete Entwicklung des Lokomotivbaues der Zukunft mit ihren augenblicklich die gesamte Technik durchdringenden Bestrebungen nach möglichster Vereinheitlichung war natürlich auch für den Aufbau der neuen Bezeichnung und Nummerung grundlegend. Aber in dem neuen Plan mufste auch der gesamte, wie wir sehen werden, äufserst vielgestaltige Park der vorhandenen Lokomotiven Platz finden. Als die letzten Vertreter des Lokomotivbaues vor Einführung der typisierten Einheitsbauarten sind die Lokomotiven anzusprechen, die augenblicklich die neue Bezeichnung in blanken Messingziffern auf schwarzem Grunde, schon von weitem kenntlich, an der Stirn tragen.

Der neue Plan ist das Ergebnis von Bestrebungen, welche bis in das Jahr 1916 zurückreichen, als das Reichseisenbahnamt mit den Bundesregierungen vereinbarte, die neue, damals als Einheitslokomotive gedachte G 12 Lokomotive nach Verwendungszweck und Bauart einheitlich zu bezeichnen. Gleichzeitig hiermit ging aus dem preufsischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten der Vorschlag des damaligen vortragenden Rates, jetzigen Präsidenten des Eisenbahn-Zentralamtes, Hammer hervor, die Lokomotiven allgemein einheitlich zu bezeichnen und zu nummern, weil die bisherigen Nummern bei den einzelnen Direktionen nicht mehr ausreichten.

Damals schon ging sein Vorschlag dahin, die Gattung durch die Buchstaben S, P, G, Pt, Gt, die Leistung durch eine zweistellige Zahl zu bezeichnen, deren erste Ziffer die Zahl der Kuppelachsen, deren zweite die Leistung, nach der Zahlenreihe 0 bis 9 gestaffelt, darstellen sollte. Diese Bezeichnung sollte es auch dem Betrieb ermöglichen, die Lokomotive aus den Gattungszeichen nach ihrer Zugkraft und Leistungsfähigkeit zu beurteilen. Neben dem Gattungszeichen sollte die Lokomotive eine Nummer erhalten, und zwar sollten abgegrenzte Nummerreihen für annähernd gleiche Bauart und Leistung im Einvernehmen mit den übrigen deutschen Eisenbahnverwaltungen festgelegt werden. Es bestand damals die Absicht, den Lokomotivpark eines jeden Landes für sich durchzunummern. Für Preufsen insbesondere hatte dieser Plan die einschneidende Folge, dafs der Name der Eigentumsdirektion seine Bedeutung als Bestandteil der Nummer verlor. Hammer hat damit den Weg gewiesen, der durch eine lange Reihe von Beratungen und Vorschlägen hindurch in seinen Grundzügen eingehalten worden ist und zu dem heutigen Ergebnis geführt hat.

Also bereits viel früher, als der Gedanke der Vereinigung der Ländereisenbahnen zur Deutschen Reichsbahn festere Gestalt annahm, führten die Erfahrungen zu der Erkenntnis, dafs in die äufserst mannigfaltige Bezeichnungsweise der Lokomotiven der ehemaligen Staatseisenbahnen Preufsen, Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden, Mecklenburg und Oldenburg nach Gattung und Nummerung Ordnung nach einheitlichen Gesichtspunkten gebracht werden müsse.

Im folgenden soll zunächst die neue Gattungsbezeichnung und der Nummerplan des Lokomotivparks dargelegt und dann zu zeigen versucht werden, welche Gründe die Deutsche Reichsbahn bei dieser Frage, welche eine ganze Reihe von Möglichkeiten einer Lösung bietet und tatsächlich in den verschiedenen europäischen Ländern, die bisher eine einheitliche Bezeichnung durchgeführt haben, verschieden gelöst worden ist, gerade zu der vorliegenden Lösung geführt haben, und inwiefern diese Lösung den Betrieb, insbesondere auch die maschinentechnische Unterscheidung, vereinfacht.

Hierzu müssen wir zunächst einen Blick werfen auf die Mannigfaltigkeit der bisherigen Bezeichnungsweise, die den Vorteil niedriger Ordnungsnummern nur zum Schein trug.

Die Unzulänglichkeit, die sich allein in Preufsen herausgebildet hatte, sehen wir an dem Beispiel der bisher preufsischen P 8 Lokomotive. Sie war bis zum Erscheinen der P 10 Lokomotive die neueste preufsische Personenzuglokomotive. Ihre Vorgänger hatten im allgemeinen in der Reihenfolge ihres Entstehens seit den 70er Jahren die vorausgehenden Gattungsnummern P 1 bis P 7 getragen. In der Regel hatte entsprechend den mit fortschreitender Zeit wachsenden Ansprüchen an die Zugkraft die höhere Zahl die niedere an Leistungsfähigkeit übertroffen und allmählich verdrängt. Man bezeichnete also die Gattung durch den Gattungsbuchstaben P (neben S für Schnellzug-, G für Güterzug-, T für Tenderlokomotiven) und eine Gattungszahl. Der Buchstabe bezeichnete die Verwendungsart, die Zahl eine bestimmte Bauart. Für die Leistung konnte aber die Höhe der Gattungszahl nur ungefähr und mehr zufällig, nämlich deshalb als Anhalt dienen, weil die Neubauten fast ausnahmslos leistungsfähiger waren, als die bisherigen Gattungen.

Die Bauarten (z. B. P 8) wurden in Preufsen zwar überall mit derselben Nummerreihe (2401 bis 2599), aber innerhalb jeder Direktion besonders genummert. Da also das maschinentechnische Personal die Lokomotiven nach Verwendungszweck und Bauart schon ohne die Gattungsbezeichnung, nämlich allein aus der Nummer als P 8 ansprach, sagte das Gattungszeichen dem maschinentechnischen Personal nichts neues, dem Betrieb nur etwas über die Bauart, die ihn überhaupt nicht interessierte, und kaum etwas über die Leistung im Vergleich zu anderen Personenzuglokomotiven. Trotzdem hat sich diese Gattungsbezeichnung überall eingebürgert, weil sie die verschiedenen Bauarten durch einfache Namen unterschied.

Die Nummerreihe (2401 bis 2599) war aber weder hinsichtlich der Gattung ein untrügliches, noch hinsichtlich der Nummer ein eindeutiges Kennzeichen. Ersteres nicht, weil diese knappe Nummerreihe bei gröfseren Direktionen bereits nicht mehr ausreichte, so dafs in anderen noch unbesetzten Nummerreihen Anleihen gemacht werden mufsten, letzteres nicht, weil dieselbe Nummer, wie gesagt, bei jeder ehemals preufsischen Direktion, also heute bis zu 18 mal vorkommt (z. B. Berlin 2401, Köln 2401 usw.).

Dadurch, dafs man lange Jahre hindurch die Lokomotiven bei Überweisung aus einem Direktionsbezirk in einen anderen umzeichnete, ergaben sich wieder Schwierigkeiten für die Feststellbarkeit der Identität einer Lokomotive und für die Bezeichnung ihrer Einzel- und Ersatzteile, da dieselbe Lokomotive im Laufe der Zeit verschiedene Nummern und Direktionsnamen führte. Man war auf das bleibende Kennzeichen angewiesen, auf das Firmenschild, welches, aufser der Erbauerfirma, die Jahreszahl und Fabriknummer trägt, aber, an Bekleidungsblechen und Führerhaus angebracht, Vertauschungen und dem Verlust gelegentlich der Ausbesserungen ausgesetzt war. Als man später davon abging, der Lokomotive bei Verpflanzungen in andere Bezirke eine neue Direktionsbezeichnung und Nummer zu geben, behielt sie zwar ihre ursprüngliche Bezeichnung; aber nun war es bei den zunehmenden Verpflanzungen keine Seltenheit, dafs in gröfseren Lokomotivschuppen oft 3 oder 4 Lokomotiven mit derselben Nummer beheimatet waren oder wenigstens verkehrten. Deshalb, namentlich aber um Lokomotiven derselben Lieferung nicht auseinanderzureifsen, liefs man später bei neuen Lokomotiven die Bedeutung des Direktionsnamens als Eigentumsdirektion überhaupt fallen und nannte z. B. alle P 8 Lokomotiven: Elberfeld, alle G 10: Halle, alle T 14: Berlin. Dadurch erhielten zwar fortlaufende Lieferungen fortlaufende Nummern, die Nummerreihe der betreffenden Direktion war aber um so eher erschöpft, und man mufste die Lokomotiven da einordnen, wo gerade Platz war.

Die Stempelung der Einzelteile und die Anforderung von Ersatzteilen unterlag ähnlichen Schwierigkeiten. Die Stempelung der Teile mit der Lokomotivnummer verlor den Sinn, wenn man die Lokomotive umzeichnete und blieb auch später, als man von einer Umzeichnung absah, um so fraglicher, als die gleich gestempelten Einzelteile von Lokomotiven gleicher Nummer oft je nach Lieferjahren verschiedener Konstruktion waren.

Dies sind nur die Schwierigkeiten der immerhin im Plan einheitlich angelegten Bezeichnungsweise innerhalb einer, in diesem Falle der gröfsten Verwaltung. Die übrigen Ländereisenbahnen kamen bei den geringeren Stückzahlen von selten über 100 Stück natürlich mit den Nummerreihen weniger in Bedrängnis, auch wurden die Lokomotiven nicht nach Direktionsbezirken, sondern durch das ganze Land genummert; dafür waren die Gattungszeichen um so mannigfaltiger. Meist waren an Stelle der in Preufsen üblichen Gattungsbuchstaben S, P, G, T andere Buchstaben oder römische Zahlen im Gebrauch und hatten weitere grofse (H = Heifsdampf, V = Verbund) oder kleine Buchstaben a, b, c, d usw. oder Zahlen 1, 2, 3, 4 usw. als Grundzahl oder Index im Gefolge. Vielfach war auch noch eine ältere neben einer neueren Bezeichnungsweise im Gebrauch. (Vergl. auch Übersicht 5.)

Wenn man bedenkt, dafs der heutige Lokomotivpark sich aus etwa 400 verschiedenen Bauarten zusammensetzt, so hat man ein Bild davon, welche Schwierigkeiten erwuchsen, als nach Zusammenschlufs der Ländereisenbahnen zur Reichsbahn von einer Stelle aus über Lokomotiven verfügt werden mufste, deren Bezeichnung nach ganz verschiedenen Gesichtspunkten durchgeführt war.

Als Beispiel der neuen Bezeichnung sei wieder die preufsische P 8 Lokomotive herausgegriffen. Sie hat als $^3/_5$ gekuppelte Personenzuglokomotive von 17 t mittlerem Achsdruck der Kuppelachsen das Gattungszeichen

P 35 17

(sprich: P fünfunddreifsig — siebzehn)

und ist ihrer Achsenanordnung — 2 C — nach in die

Nummerreihe **38001—389999**

(sprich: achtunddreifsig—nullnulleins bis achtunddreifsig—neuntausendneunhundertneunundneunzig) eingeordnet.

Das Gattungszeichen gibt ein Bild der Bauart, soweit es sich um den Verwendungszweck der Lokomotive (P), ihr Kuppelverhältnis (35) und ihr Reibungsgewicht (= 3 × 17) und Gesamtdienstgewicht (nicht über 5 × 17 t) handelt.

Die Nummer ist getrennt in eine Reihenzahl **38** = Hauptbauart und eine **3** bis **4**-stellige Ordnungszahl zwischen **001** und **9999**.

Innerhalb dieser bei allen Hauptbauarten durchweg zum gröfsten Teil noch freien, bei vielen nur mit wenigen Stück besetzten, bei vielen ganz unbesetzten Nummerreihen von 10000 Nummern reihen sich sämtliche Lokomotiven mit der gleichen Achsenfolge (z. B. 2 C = 2 vordere Laufachsen + 3 Kuppelachsen) nach Ländern, Bauarten und Lieferungen getrennt aneinander.

Jedoch sind nur die Lokomotiven des heute vorhandenen, bunt zusammengewürfelten Lokomotivparks der Einfachheit wegen nach Achsenfolgen (z. B. alle 2 C-Lokomotiven) unter einer Hauptbauart (Reihe 38) zusammengefafst, während die Hauptbauarten (Reihen) bei den Einheitslokomotiven der Zukunft selbst bei gleicher Achsenanordnung (2 C) Ausführungen nach annähernd gleichen Konstruktionszeichnungen unterscheiden.

Die Bedeutung des Gattungsbuchstabens und der Achsdruckzahl ist aus den Übersichten 1 und 2 zu ersehen, während die das Kuppelverhältnis darstellende Zahl, bei welcher natürlich die erste die Kuppelachsen zählende Ziffer stets kleiner oder höchstens gleich der zweiten Ziffer — Zahl der Gesamtachsen — ist, ohne weiteres verständlich ist. Bemerkt sei nur, dafs die Malletbauart nicht besonders im Gattungszeichen ausgedrückt wird, dafs vielmehr eine G 46 Lokomotive eine solche der steifen Bauart 1 D 1 oder der Malletbauart 1 B + B 1 sein kann. Letzteres ist namentlich auch für elektrische Lokomotiven von Bedeutung.

Das Gattungszeichen der bisherigen P 8 = P 35 17 sagt also dem Betrieb, dafs es sich um eine Personenzuglokomotive mit einer Höchstgeschwindigkeit von 65 bis 90 km/Std. handelt, mit 3 Kuppelachsen + 2 Laufachsen = 5 Gesamtachsen, mit einem für die Zugkraft mafsgebenden Reibungsgewicht von 3 × 17 = 51 t und einem Gesamtdienstgewicht, welches in roher Weise als Mafsstab für die in die Lokomotive eingebaute Heizfläche, also für die Dauerleistung gelten kann, von etwas weniger als 5 × 17 = 85 t, nicht ganz 85 t deshalb, weil die Laufachsen minderbelastet sind. Über die nur das maschinentechnische Personal angehende eigentliche Bauart der Lokomotive sagt das Gattungszeichen nichts.

Die Nummer z. B. 38 001 oder 38 9999, besteht aus einer zweistelligen Reihenzahl (Hauptbauart) und einer drei bis vierstelligen Ordnungszahl innerhalb der Hauptbauart: beide zusammen bilden die Nummer, die eine bestimmte Lokomotive eindeutig bezeichnet; die Lokomotivnummer kommt also im gesamten Reichsbahnlokomotivpark nur einmal vor. Die Nummer kommt für den nicht-maschinentechnischen Betrieb nur dann in Betracht, wenn aus Anlafs eines dienstlichen Vorkommnisses eine bestimmte Lokomotive bezeichnet werden soll, während sie dem maschinentechnischen Personal zugleich zur Unterscheidung von anderen Hauptbauarten oder von Abarten derselben Hauptbauart dient. Streicht man nämlich von hinten die Einer und Zehner ab, so bleiben eine oder zwei Stellen der Ordnungszahl, nämlich die Hundertreihen übrig. Diese gestatten, die Lokomotive derselben Hauptbauart nach Unterbauarten zu unterscheiden, indem man jede Unterbauart mit geänderten Konstruktionszeichnungen (bei den vorhandenen Lokomotiven solche verschiedener Länder in der Reihenfolge: Preufsen, Mecklenburg, Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden, Oldenburg, oder verschiedene Bauarten derselben Länder, oder verschiedene Konstruktionen derselben Bauart oder auch verschiedene Lieferungen derselben Konstruktion) mit einer neuen Hundert- oder auch Tausendreihe beginnen läfst.

Eine fünf- bis sechsstellige Zahl z. B. 38 001 oder 38 9999 bezeichnet stets eine bestimmte Lokomotive,
» drei- bis vierstellige Zahl z. B. 38 0 (Reihe 38 Null) oder 38 99 kann eine Unterbauart bezeichnen,
» zweistellige Zahl z. B. 38 bezeichnet stets eine Hauptbauart, Reihe 38.

Die Ordnungszahl allein z. B. 001 oder 9999 besagt nichts; sie kann zu hundert Reihen nach Bauart ganz verschiedener Lokomotiven gehören und soll ohne Reihenzahl überhaupt nicht gebraucht werden. Dadurch, dafs man die niedrigen Nummern nicht 38 1, auch nicht 38 01, sondern 38 001 schreibt, werden Verwechslungen vermieden; die Belastung der Zahl durch die eine oder zwei Nullen ist unbedenklich, weil man die Nullen nicht durch die Tausende von Lokomotiven, sondern nur durch die ersten 99 Stück durchzuschleppen braucht.

Der Nummerplan (s. Übersicht 3) ist so aufgestellt, dafs er für absehbare Zeit Raum bietet, und zwar war nicht der gegenwärtige Zustand mit den unzähligen Sonderbauarten der einzelnen Länder mafsgebend, sondern der Beharrungszustand, der in nächster Zeit erst durch das Erscheinen der ersten typisierten Einheits-Lokomotiven eingeleitet und erst in etwa 20 bis 30 Jahren erreicht wird. Der gesamte jetzige Lokomotivpark mufste zwar in dem Nummerplan Platz finden, durfte aber auf die Aufstellung des Nummerplans keinen Einflufs haben, da alle bisherigen Bauarten, auch die im jetzigen Augenblick noch gebauten Lokomotiven einschliefslich der neuesten P 10 usw., den typisierten Einheitslokomotiven weichen werden.

Für diesen Beharrungszustand genügen, auch wenn die neuen Einheits-Lokomotiven, wie es der Grundgedanke des Nummerplans ist (z. B. zwei verschiedene 2 C 1 Schnellzuglokomotiven, die eine Zwilling, die andere Vierzylinder-Verbund), jede für sich eine besondere Reihenzahl führen, für jede Gattung: S, P, G, Pt, Gt, 20 verschiedene Stammbauarten.

Um die zahlreichen bisherigen Bauarten zwecks Unterbringung in dem Nummerplan in einer angemessenen Zahl von Hauptbauarten zusammenzufassen, konnte als leitender Gesichtspunkt nur die Achsenanordnung z. B. 1 B, 2 B, 2 B 1, 2 B 2 usw. dienen. Dieser Übergangszustand verschwindet, sobald die letzten vorhandenen Bauarten ausgestorben sind und späteren Einheitslokomotiven Platz gemacht haben.

Die hundert Reihen 01 bis 99 sind nach diesen Gesichtspunkten in fünf Gruppen zu etwa je 20 eingeteilt.

01 — 19 = S-Lok.	60 — 79 = Pt-Lok.	97 = Z-Lok.
20 — 39 = P-Lok.	80 — 96 = Gt-Lok.	98 = L-Lok.
40 — 59 = G-Lok.		99 = K-Lok.

Dafs man die einzelnen Gruppen mit 01, 20, 40, 60 und 80 beginnen läfst, soll als Anhalt für das Gedächtnis dienen.

Die drei Sonderbauarten Z, L und K sind aus Zweckmäfsigkeitsrücksichten den Güterzugtenderlokomotiven als letzte Reihen angereiht.

Natürlich müssen diese Gruppen zu je 20 Reihen zur Zeit noch zum gröfsten Teil frei bleiben, da neue Bauarten entstehen, bis die jetzt vorhandenen Bauarten ausgestorben sind. Dabei sind die vorhandenen Lokomotiven an das Ende, die typisierten Einheitslokomotiven an den Anfang jeder Gruppe gesetzt, weil die Einführung der letzteren einen Markstein im deutschen Lokomotivbau darstellt, welcher auch für die Aufstellung des Nummerplanes grundlegend war. Auch die senkrechten Reihen der je 10 000 Ordnungsnummern sind natürlich nur zum geringsten Teil besetzt, einzelne Reihen

Übersicht 1: Gattungszeichen.

Gattungsbuchstabe gleich Verwendungszweck	Definition *) der Gattung: Triebrad-durchmesser	Definition *) der Gattung: Höchst-geschwindigkeit	Kuppelverhältnis	Achsdruck	Reibungs- und Gesamtgewicht
S = Sz Lokomotive	≧ 1,8 m	≧ 90 km/Std.	dargestellt durch 2 Zahlen (Kuppelachsen u. Gesamtachsen nicht, wie früher gebräuchlich, in Bruchform z. B. 3/5, 4/5 usw., sondern nebeneinander 35, 45 usw. Die bisher vorkommenden Kuppelverhältnisse sind aus der ersten Spalte der Übersicht 3 zu entnehmen	dargestellt durch das durchschnittliche Reibungsgewicht der Trieb- und Kuppelachsen in t. Diese Zahl soll nur das Gewicht angeben, für die Zulässigkeit auf bestimmten Strecken dagegen, wofür der höchste Achsdruck und auch die Einzelradstände mafsgebend sind, nur als Anhalt dienen	für den Betrieb gibt die Multiplikation des Achsdrucks mit der Kuppelachszahl oder der Gesamtachszahl ein Bild der Zugkraft bzw. Dauerleistung, nämlich das Reibungsgewicht bzw. das Gesamtgewicht der Lokomotive an, und zwar ersteres ziemlich genau, letzteres etwas über das wirkliche Dienstgewicht hinaus, da die Laufachsen etwas geringeren Achsdruck haben
P = Pz- „	> 1,5 m	≧ 65 „			
G = Gz- „	< 1,5 m	< 65 „			
Pt = Pz-Tenderlokomotive	—	≧ 65 „			
Gt = Gz- „	—	< 65 „			
Z = Zahnradlokomotive	aufser den Reibungstriebrädern solche mit Zahneingriff				
L = Lokalbahnlokomotive	nach Bauart nur für Lokalverkehr geeignet				
K = Schmalspurlokomotive	Spur kleiner (K) als Normalspur				

*) Die Definition für die S-, P-, G-, Pt- und Gt-Lokomotiven will nur für die vorhandenen Reichsbahnlokomotiven der verschiedenen Länder einschliefslich der neuesten Gattungen Einheitlichkeit schaffen, nicht aber für die Zukunft bindend sein, da der Entwicklung des Lokomotivbaues nicht vorgegriffen werden kann.

Übersicht 2: Achsdrucke.

	Tonnen																
Achsdruckzahl	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Gilt von 5 % über der nächstniedrigen, also von	4,20	5,26	6,31	7,36	8,41	9,46	10,51	11,56	12,61	13,66	14,71	15,76	16,81	17,86	18,91	19,96	21
Bis 5 % über der angeschriebenen Achsdruckzahl, also bis	5,25	6,30	7,35	8,40	9,45	10,50	11,55	12,60	13,65	14,70	15,75	16,80	17,85	18,90	19,95	20,99	21,99

Übersicht 3: Nummerplan.

Gattungs-Bezeichnung		Achsenfolge	Lokom.-Nummer	
Gattungsbuchstabe u. Kuppelverh.	Achsdruck		Reihe	je 10000 Ordnungs-Nr.
		Schnellzug-Lokomotiven.		
S 36	20	2 C 1	01	001 bis 9999
S 36	20	2 C 1	02	001 bis 9999
—	—	—	unbesetzt	usw.
S 23	14	1 B	12	
S 24	verschieden	2 B	13	
S 25	„	2 B 1	14	
S 26	16	2 B 2	15	
S 35	15	1 C 1	16	
S 35	verschieden	2 C	17	
S 36	„	2 C 1	18	
S 46	17	1 D 1	19	
		Personenzug-Lokomotiven.		
P 35	20	2 C	20	
P 46	20	1 D 1	21	
—	—	—	unbesetzt	
P 22	14	B	33	
P 23	verschieden	1 B	34	
P 24	14	1 B 1	35	
P 24	verschieden	2 B	36	
P 34	15	1 C	37	
P 35	verschieden	2 C	38	
P 46	19	1 D 1	39	
		Güterzug-Lokomotiven.		
G 34	20	1 C	40	
G 45	20	1 D	41	
G 56	20	1 E	42	
G 56	20	1 E	43	
—	—	—	unbesetzt	
G 23	verschieden	1 B	52	
G 33	„	C	53	
G 34	„	1 C	54	
G 44	„	D	55	
G 45	„	1 D	56	
G 55	„	E	57	
G 56	„	1 E	58	
G 67	„	1 F	59	
		Personenzug-Tender-Lokomotiven.		
Pt 35	20	1 C 1	60	
Pt 36	20	1 C 2	61	
Pt 37	20	2 C 2	62	
—	—	—	unbesetzt	
Pt 23	13	B 1	69	
Pt 23	verschieden	1 B	70	
Pt 24	„	1 B 1	71	
Pt 24	„	2 B	72	
Pt 25	„	1 B 2	73	
Pt 34	„	1 C	74	
Pt 35	„	1 C 1	75	
Pt 85	16	2 C	76	
Pt 36	16	1 C 2	77	
Pt 37	17	2 C 2	78	
Pt 66	15	C + C	79	
		Güterzug-Tender-Lokomotiven.		
Gt 33	17	C	80	
Gt 44	17	D	81	
Gt 46	20	1 D 1	82	
Gt 55	20	E	83	
Gt 57	20	1 E 1	84	
Gt 68	20	1 F 1	85	
—	—	—	unbesetzt	
Gt 22	verschieden	B	88	
Gt 33	„	C	89	
Gt 34	„	C 1	90	
Gt 34	14	1 C	91	
Gt 44	verschieden	D	92	
Gt 46	„	1 D 1	93	
Gt 55	„	E	94	
Gt 57	18	1 E 1	95	
Gt 88	verschieden	D + D	96	
		Zahnrad-Lokomotiven.		
Z··	verschieden	C 1	97	
		1 C		
		1 D 1		
		E		
		Lokalbahn-Lokomotiven.		
L··	verschieden	B	98	
		C		
		C 1		
		D		
		B + B		
		Schmalspur-Lokomotiven.		
K··	verschieden	B; C	99	001 bis 9999
		1 C; D		
		B + B		
		E; C + C		

nur mit einigen Lokomotiven, andere dagegen z. B. die vielgebräuchlichen D-Güterzuglokomotiven mit mehreren Tausend Stück.

Mit mehr als 10000 Lokomotiven ein und derselben Bauart ist niemals zu rechnen, schon wenn man sich vergegenwärtigt, dafs augenblicklich kaum eine einzige Achsenanordnung diese Nummerreihe auch nur zur Hälfte ausfüllt, und nur ganz vereinzelte Hauptbauarten mit mehr als 1000 Lokomotiven bestückt sind.

Der Plan läfst mithin für etwaige besondere Bedürfnisse, z. B. die Einbeziehung der elektrischen und Diesellokomotiven in eine einheitliche Nummerung, in den höheren Tausenden durch alle 100 Hauptbauartreihen hindurch noch reichlichsten Raum.

In den Übersichten 4 und 5 sind die ehemals preufsischen Gattungen und die einstweilen weitergebauten Reichsbauarten nach ihrer früheren Gattungsbezeichnung, ihrer Bauart, ihrer neuen Gattungsbezeichnung und der Nummerreihe angegeben. Aus Übersicht 4 ist zu ersehen, in wie wenigen Fällen eine Unterscheidung nach Unterbauarten ein und desselben Landes erforderlich ist, weil unter dasselbe Gattungszeichen mehrere Unterbauarten (Heifs- oder Nafsdampf, Verbund oder Zwilling, verschiedene Zylinderzahl) fallen. Um einen der wenigen Fälle anzuführen, so umfasst z. B. S 24 16 die bisherigen preufsischen

Übersicht 4: Neue Bezeichnung der bisher preufsischen Bauarten.

S-Lok.

1	2	3	4	5
	Bauart		Neue Bezeichn.	
Alte Gatt.-Bez.	Achsenfolge	Dampfwirkung	Gattung und Leistung	Reihe (Stammzahl der Lok.-Nr. Hauptbauart)
S 1	1 B		**23** 14	**12**
S 3	2 B	v	**24** 15	**13**
S 4	2 B	h	**24** 16	**13**
S 5^{1}	2 B	4 v	**24** 16	**13**
S 5^{2}	2 B	2 v	**24** 16	**13**
S 6	2 B	h	**24** 17	**13**
S 8	2 B 1		**25** 17	**14**
S 9	2 B 1	4 v	**25** 16	**14**
S 10	2 C	4 h	**35** 17	**17**
S 10^{2}	2 C	4 h v	**35** 17	**17**
S 10^{1}	2 C	3 h	**35** 17	**17**

P-Lok.

1	2	3	4	5
	Bauart		Neue Bezeichn.	
Alte Gatt.-Bez.	Achsenfolge	Dampfwirkung	Gattung und Leistung	Reihe (Stammzahl der Lok.-Nr. Hauptbauart)
P 3^{1}	1 B		**23** 13	**34**
P 3^{2}	1 B	v	**23** 14	**34**
P 4^{2}	2 B	v	**24** 15	**36**
P 4^{1}	2 B		**24** 14	**36**
P 6	1 C	h	**34** 15	**37**
P 8	2 C	h	**35** 17	**38**
P 10	1 D 1	3 h	**46** 19	**39**

G-Lok.

1	2	3	4	5
	Bauart		Neue Bezeichn.	
Alte Gatt.-Bez.	Achsenfolge	Dampfwirkung	Gattung und Leistung	Reihe (Stammzahl der Lok.-Nr. Hauptbauart)
G 4^{2}	1 B	v	**33** 14	**53**
G 4^{3}	1 B	v	**33** 15	**53**
G 3	C		**33** 13	**53**
G 4^{1}	C		**33** 13	**53**
G 5^{1}	1 C		**34** 13	**54**
G 5^{2}	1 C	v	**34** 13	**54**
G 5^{3}	1 C		**34** 14	**54**
G 5^{4}	1 C	v	**34** 14	**54**
G 7^{1}	D		**44** 18	**55**
G 7^{2}	D	v	**44** 13	**55**
G 8	D	h	**44** 14	**55**
G 9	D		**44** 15	**55**
G 8^{1}	D	h	**44** 17	**55**
G 7^{3}	1 D	v	**45** 13	**56**
G 8^{3}	1 D	3 h	**45** 17	**56**
G 8^{2}	1 D	h	**45** 17	**56**
G 10	E	h	**55** 16	**57**
G 12^{1}	1 E	3 h	**56** 17	**58**
G 12	1 E	3 h	**56** 15	**58**

Pt-Lok.

1	2	3	4	5
	Bauart		Neue Bezeichn.	
Alte Gatt.-Bez.	Achsenfolge	Dampfwirkung	Gattung und Leistung	Reihe (Stammzahl der Lok.-Nr. Hauptbauart)
T 4^{2}	B 1		**23** 13	**69**
T 4^{1}	1 B		**23** 15	**70**
T 5^{1}	1 B 1		**24** 15	**71**
T 5^{2}	2 B		**24** 16	**72**
T 11	1 C		**34** 16	**74**
T 12	1 C	h	**34** 17	**74**
T 10	2 C	h	**35** 16	**76**
T 18	2 C 2	h	**37** 17	**78**

Gt-, Z-, K-Lok.

1	2	3	4	5
	Bauart		Neue Bezeichn.	
Alte Gatt.-Bez.	Achsenfolge	Dampfwirkung	Gattung und Leistung	Reihe (Stammzahl der Lok.-Nr. Hauptbauart)
T 8	C	h	**33** 15	**89**
T 3	C		**33** 12	**89**
T 7	C		**33** 14	**89**
T 9^{1}	C 1		**34** 14	**90**
T 9	C 1		**34** 13	**90**
T 9^{2}	1 C		**34** 14	**91**
T 9^{3}	1 C		**34** 15	**91**
T 13	D		**44** 15	**92**
T 14	1 D 1	h	**46** 16	**93**
T 14^{1}	1 D 1	h	**46** 17	**93**
T 16	E	h	**55** 15	**94**
T 16^{1}	E	h	**55** 19	**94**
T 15	E		**55** 14	**94**
T 20	1 E 1	h	**57** 18	**95**
T 26	C 1		**34** 14	**97**
T 28	1 D 1		**46** 16	**97**
T 33	C	1 m. Sp.	**33** 9	**99**
			33 10	**90**
T 35	D	1 m. Sp. v.	**44** 8	**99**
T 37	D	0,785 m. Sp.	**44** 7	**99**
T 38	D	0,785 m. Sp.	**44** 8	**99**
T 39	E	0,785 m. Sp.	**55** 8	**99**
T 31	C	1 m. Sp.	**33** 7	**99**
T 31	C	0,785 m. Sp.	**33** 6	**99**
			33 5	**99**

Anmerkung zu Spalte **3**: Die Zahl bedeutet die Zylinderzahl, wenn höher als 2, h = Heifsdampf, v = Verbund, Sp = Spur; soweit nichts angegeben: Nafsdampf-Zwilling.

Anmerkung zu Spalte **4**: Die fettgedruckte Zahl bedeutet das Kuppelverhältnis, die mager gedruckte den Achsdruck in t.

Gattungen S 4 Heifsdampf, S 5^1 Vierzylinder-Verbund und S 5^2 Zweizylinder-Verbund. Bei den zur Zeit noch gebauten Lokomotiven kommen, wie Übersicht 5 zeigt, solche Unterscheidungen von Lokomotiven desselben Gattungszeichens schon nicht mehr vor.

Es mag auf den ersten Blick als Schönheitsfehler empfunden werden, dafs bei dem vorhandenen Lokomotivpark die Reihenzahlen der Lokomotivnummern, z. B. 35 für alle 1 B 1, 36 für alle 2 B, eine bestimmte Achsenfolge innerhalb sämtlicher P-Lokomotiven bezeichnen, während die zugehörige Leistungszahl 35 noch einmal das Verhältnis der Kuppelachsen zu den Gesamtachsen angibt. Diese Doppelung ist nur vorübergehender Art und nur darauf zurückzuführen, dafs die bisherigen Bauarten ihrer grofsen Zahl wegen nach gleichen Kuppelverhältnissen zu Reihen (Hauptbauarten) zusammengefafst werden mufsten, während in Zukunft alle Einheitslokomotiven, z. B. auch die beiden nach verschiedenen Konstruktionszeichnungen entworfenen 2 C 1-Sz-Lokomotiven ihre besondere Reihe haben.

Bei den drei Sonderbauarten Z-, L- und K-Lokomotiven ist man der geringen Bedeutung und verschwindenden Stückzahlen wegen in der Zusammenfassung und zwar auch für die Zukunft noch weiter gegangen. Bei diesen drei Gattungen sind auch die verschiedenen Kuppelverhältnisse unter einer Reihenzahl zusammengefafst.

Es unterscheiden:

die Stammreihen	die Hundertreihen	die Zehnerreihen
97 = Zahnrad-Lok. (Z)	verschiedenes Kuppelverhältnis und verschiedene Landeszugehörigkeit.	verschiedene Einzelbauart
98 = Lokalbahn-Lok. (L)		
99 = Schmalspur-Lok. (K)	verschiedene Spurweiten 1 m, 0,9 m, 0,785 m, und 0,75 m	verschiedenes Kuppelverhältnis, Landeszugehörigkeit und Einzelbauart.

Wenn wir den Nummerplan als ganzes überblicken (Übersicht 3) so haben wir es also mit einem durchaus elastischen Plan von rund einer Million Lokomotivnummern zu tun, in dem zwar die vorhandenen rund 28000 Lokomotiven der Reichsbahn nur einen geringen Raum einnehmen, der aber allen Möglichkeiten der Entwicklung des Dampflokomotivbaus Rechnung trägt und für besondere Zwecke, z. B. für elektrische und Diesellokomotiven, schon jetzt fünfmal 20 Bauarten 01—99 mit mindestens je einer Tausendreihe 9001—9999 am Schlufs offen läfst.

Es soll nun auf die verschiedenen Möglichkeiten eingegangen werden, welche sich für die Lösung der vorliegenden Aufgabe boten, und auf die Gründe die gerade für die soeben erläuterte Lösung sprachen.

Da die Achsenanordnung d. h. die Aufeinanderfolge von Kuppel- und Laufachsen als wichtigstes Merkmal sowohl im technischen Sprachgebrauch überhaupt, als auch gerade bei der Bezeichnung, welche die Lokomotiven selbst als Aufschrift ihrer Gattung tragen, zur Unterscheidung der verschiedenen Gattungen von jeher die erste Rolle gespielt hat, soll mit einigen Worten darauf eingegangen werden, in welcher verschiedenen Weise die Achsenanordnung in Zahlen oder Buchstabenform ausgedrückt werden kann und vorwiegend als Grundlage für die Gattungsbezeichnung benutzt worden ist.

In Deutschland war es früher allgemein üblich, das Kuppelverhältnis streng logisch in Bruchform auszudrücken. Man sprach von einer 2/4 gekuppelten Schnellzuglokomotive, in Bayern ist diese Bezeichnung noch heute gebräuchlich, wo die neueste Schnellzuglokomotive das Gattungszeichen S 3/6 führt. Es hat dies infolge des Bruchstrichs den Nachteil schwieriger telegraphischer Übertragung. Aber auch technisch genügte dies als Ausdrucksform für die Bauart nicht ganz, indem z. B. eine 2/5 P-Lokomotive die beiden Laufachsen sowohl vorne in einem Drehgestell vereinigt (preufsische S 10), als auch an jedem Ende als Einzelachsen (oldenburgische S 10) haben kann.

Deswegen hat der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen schon früh die Bezeichnung mit Zahlen und Buchstaben (z. B.

Übersicht 5: Neuzeitliche bis zur Einführung der Einheitslokomotive noch gebaute Bauarten.

S-Lok.

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Neue Bezeichn.: Gattung u. Leistung	5 Neue Bezeichn.: Reihe (Stammzahl der Lok. Nr. Hauptbauart)
S 10^1	Pr.	2 C	35 17	17
XX H. V.	Sa.	1 D 1	46 17	19

P-Lok.

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Neue Bezeichn.: Gattung u. Leistung	5 Neue Bezeichn.: Reihe (Stammzahl der Lok. Nr. Hauptbauart)
P 3/5	Bay.	2 C	35 15	38
P 8	Pr.	2 C	35 17	38
P 10	Pr.	1 D 1	46 19	39

G-Lok.

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Neue Bezeichn.: Gattung u. Leistung	5 Neue Bezeichn.: Reihe (Stammzahl der Lok. Nr. Hauptbauart)
G 3/4	Bay.	1 C	34 16	54
G 4/5	Bay.	1 D	45 16	56
G 8^2	Pr. Old.	1 D	45 17	56
G 10	Pr.	E	55 15	57
G 12	Pr. Wü.	1 E	56 15	58

Pt-Lok.

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Neue Bezeichn.: Gattung u. Leistung	5 Neue Bezeichn.: Reihe (Stammzahl der Lok. Nr. Hauptbauart)
VIc 8 VIc 9	Ba.	1 C 1	35 16	75
T 18	Pr. Wü.	2 C 2	37 17	78

Gt-Lok.

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Neue Bezeichn.: Gattung u. Leistung	5 Neue Bezeichn.: Reihe (Stammzahl der Lok. Nr. Hauptbauart)
R 4/4	Bay.	D	44 16	92
T 14^1	Pr. Wü.	1 D 1	46 17	93
Tn	Wü.	E	55 13	94
T 16^1	Pr.	E	55 17	94
XI H. T.	Sa.	E	55 16	94
T 20	Pr.	1 E 1	57 18	95

Z-Lok.

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Gattung u. Leistung	5 Reihe
T 26	Pr.	C 1	34 14	97
T 28	Pr.	1 D 1	46 16	97

L-Lok.

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Gattung u. Leistung	5 Reihe
Gt L 4/4	Bay.	D	44 11	98

K-Lok. 1 m Spur

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Gattung u. Leistung	5 Reihe
Gts 2×3/3	Bay.	C+C	66 9	99

K-Lok. 0,9 m Spur

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Gattung u. Leistung	5 Reihe
T 7	Meckl.	C	33 6	99

K-Lok. 0,785 m Spur

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Gattung u. Leistung	5 Reihe
T 38	Pr,	D	44 8	99
T 39	„	E	55 8	99

K-Lok. 0,75 m Spur

1 Alte Bezeichnung	2 Ursprungsland	3 Achsenfolge	4 Gattung u. Leistung	5 Reihe
Tss d	Wü	B+B	44 7	99
VI. K	Sa	E	55 8	99

Pr. = Preufsen, Sa. = Sachsen, Ba = Baden, Bay. = Bayern, Wü. = Württemberg, Meckl = Mecklenburg, Old = Oldenburg.

1 D 1 und 2 D für verschiedene Achsanordnung der 2/6 gekuppelten Lokomotiven) eingeführt und die nächst wichtigen technischen Merkmale (Zylinderzahl, Heifs- oder Nafsdampf, Verbund, Zwilling oder Drilling, Tenderlokomotive oder Schlepptender) in Worten oder neuerdings in der abgekürzten Form (z. B. P. 10 Lokomotive = 1 D 1 - h 3 - P-Lokomotive) hinzugesetzt. Ähnliche Bezeichnungen der Achsanordnung finden wir in anderen Ländern z. B. in England (2 — 8 — 2), wo in herkömmlicher Weise nicht die Achsen, sondern die Räder gezählt werden, was nicht blofs äufserlich altertümlich anmutet, sondern auch durch die Vielzahl der Achsen bei den neuzeitlichen Lokomotiven überholt ist, indem bei 5 und 6 gekuppelten Lokomotiven schon zweistellige Zahlen 10 und 12 erforderlich werden. Dies versagt wenigstens dann, wenn man die Zahlen, wie es z. B. in Frankreich und Rumänien geschieht, in einer Zahl zusammengefafst, als Bestandteil in die Nummer aufnimmt; man spricht deshalb bei der Durchnummerung aller gleich gekuppelten Perzonenzuglokomotiven nicht von P 282 Nr. ...., sondern von P 141 Nr. .... Wenn auch diese Ausdrucksweise durch Zahlen den Bedürfnissen der Nummerung zweifellos besser entspricht, als die deutsche Schreibweise 1 D 1, oder die ähnliche ebenfalls in Frankreich von D e m o u l i n eingeführte P 4 P für 1 D 1, B 4 P für 2 D 1, T 4 für D, wobei P = porteur, B = bogie, T = adhérence totale bedeutet, so genügt die Achsenordnung allein ohne Zusatz des Verwendungszwecks (S, P, G usw.) zur Unterscheidung der Lokomotiven nicht, wenn man nicht Schnell-, Personen- und Güterzuglokomotiven, solche mit Schlepptender und Tenderlokomotiven in der Nummerung durcheinander werfen will. 1 D 1 kann eine S, P, G, Pt oder Gt-Lokomotive sein. Diese Buchstaben müssen also hinzugesetzt werden, was schon vier Zeichen, vor der eigentlichen Nummer, im ganzen also acht Zeichen ergibt.

Es sei hier nebenbei angeführt, dafs man in den Vereinigten Staaten die Lokomotiven, insbesondere diejenigen mit Schlepptender gewissermafsen nach C o d e - Worten unterscheidet z. B. 1 B 1 Columbia, 2 B American, 2 B 1 Atlantic, 1 C Mogul, 1 C 1 Prairie, 1 C 2 Adriatic, 2 C 1 Pacific, 2 C 2 Baltic, 1 D Consolidation, 1 D 1 Mikado, 2 D Mastodon, 2 D 1 Mountain, 1 D Dekapod, 1 E 1 Santafé, während man dort die B, C, D, E-Lokomotiven, weil sie nicht als Streckenlokomotiven verwendet werden, mit 2-, 3-, 4-, 5-switcher (Rangierlokomotive) bezeichnet und sich bei den Tenderlokomotiven in umständlicher Weise mit Umschreibungen behilft wie 6 coupled (C), 6 coupled, 8 wheeled (1 C), 6 front coupled oder 6 coupled radial (C 1), 6 coupled leading bogie (2 C), 6 coupled trailing bogie (C 2), 6 coupled double ender (1 C 1), 6 coupled double bogie (2 C 2).

Fügt man diesen sieben Arten der dreifach gekuppelten Lokomotiven, die sich bei Mehrkupplern in gleicher Weise wiederholen, die beiden weiteren bei Laufachsen und zweiachsigen Drehgestellen (dreiachsige Drehgestelle scheinen auch in Amerika noch nicht vorzukommen) möglichen Variationen hinzu, nämlich 1 C 2 und 2 C 1, so ergibt sich allerdings eine Möglichkeit wie es z. B. F o n t a n e l l a z vorschlägt, durch die neun Zahlen 1 bis 9 die A n o r d n u n g der Laufachsen, also durch eine zweistellige Zahl nicht nur das Kuppelverhältnis, sondern die vollständige Achsenanordnung auszudrücken; dabei müfste man sich aber von der bildlichen Vorstellung z. T. entfernen, mit der ersten Zahl zwar die Kuppelachsen zählen, mit der zweiten aber eine der neun möglichen Achsenanordnungen (z. B. C, 1 C, C 1, 1 C 1, 2 C, C 2, 2 C 1, 2 C 2) durch je eine der Zahlen 1 bis 9 bezeichnen. Hierbei würde zwar das Dezimal-Zahlensystem ausreichen, der Sinn der Zahlen sich aber schwer dem Gedächtnis einprägen, auch müfste man von der Möglichkeit dreiachsiger Drehgestelle absehen.

Der Vollständigkeit wegen mufs erwähnt werden, dafs man in den Ansprüchen an das Gedächtnis sogar noch weiter zu gehen versucht hat. Es hat etwas verlockendes, und wer sich zum erstenmal mit dem Gedanken der Nummerung beschäftigt, wird leicht versucht sein, eine ideale Lösung in der Richtung zu suchen, dafs Gattungszeichen und Nummer mit ein paar Buchstaben und Zahlen erschöpfende Auskunft geben soll, nicht blofs über Verwendungszweck, Zugkraft und Leistung, sondern auch über alle Einzelheiten der Bauart und alle Merkmale, die für den Betrieb und die Strecke wichtig sind.

Es hat in der Tat nicht an ernsten und wohl durchdachten Vorschlägen aus Fachkreisen gefehlt, die Gattungszeichen und Nummern so kunstvoll auf bauen wollten, dafs man aus einer Reihe von grofsen und kleinen Buchstaben, römischen und arabischen Zahlen die vollständige Bauart herauslesen oder wenn das Gedächtnis versagte, durch Nachschlagen heraus übersetzen konnte *).

Die neue T 20 sollte hiernach heifsen: Ct 0 5327 Nr. 5652, worin bedeuten sollte:

C = Lokomotive für gemischte Güter- und Bergschnellzüge (bei Normalspur 51 bis 70, bei Schmalspur 20 bis 40 km Geschwindigkeit) t = Tenderlokomotive, 0 Normalspur (im Gegensatz zu Spurweiten 1 bis 9), 5 = Kuppelachsen, 3 = Anordnung mit vorderer und hinterer Laufachse, 2 = Zylinderzahl, 7 = Verbund, und zwar Heifsdampf, weil höher als 5.

Dafs das Gedächtnis, nicht nur des grofsen Betriebspersonals, mit derartigen Symbolen nicht belastet werden kann, liegt auf der Hand; das Personal wird sich nur w e n i g e Buchstaben oder Zahlen einprägen können, und auch nur dann, wenn es wenigstens einen Anhalt hat, sich etwas dabei zu denken.

Aus diesem Grunde hat man sich fast überall mit der Achsenanordnung als sinnfälligstem, weil mit der Anschauung übereinstimmendem Unterscheidungsmerkmal begnügt; aus ähnlichen Gründen kann auch die Nummer, wenn sie mehr als vier Stellen hat, auch vom maschinentechnischen Personal nur aufgefafst werden, wenn sie dem Sinne entsprechend in zwei Teile zerlegt ist.

Von den ausländischen Nummersystemen, bei denen letzteres geschehen ist, haben wir schon dasjenige der französischen und rumänischen Bahnen erwähnt, welches die Lokomotiven gleichen Verwendungszwecks und gleicher Achsenanordnung nummert, z. B. P 141 Nr. 1 bis .... Soweit bei den übrigen Ländern überhaupt Systeme erkennbar sind, sind die Lokomotivparks vielfach längst über den ursprünglichen Plan hinausgewachsen, so dafs wie bei der deutschen bisherigen Bezeichnung in die ursprüngliche Ordnung eine gröfsere oder geringere Unordnung eingerissen ist.

Als Beispiel eines Systems, bei dem nicht das Kuppelverhältnis oder die Achsenfolge bei der U n t e r s c h e i d u n g d e r G a t t u n g e n in den Vordergrund gestellt sind, welches aber mit der neuen deutschen N u m m e r u n g einige Ähnlichkeit hat, sei das System Österreichs angeführt. Österreich unterscheidet 100 Bauarten: 01—11 Sz, 12—30 Pz, 31—67 Gz, 68—69 Z, 70—82 schwere Gz und Gebirgs-, 83—90 leichte Lokomotiven. Jede dieser Reihen bedeutet eine bestimmte Achsenfolge u n d Bauart, so dafs also viele der Zahlen dieselbe Achsenfolge haben. Als man mit den 100 Bauarten nicht auskam, wurden sie verzehnfacht, indem man z. B. die aus der Bauart 13 abgeleiteten Bauarten 113, 213, ..., 913 bezeichnete, dabei wurde aber oft das Merkmal gleicher Achsenfolge fallen gelassen oder andere Leitmerkmale der Bauart in den Vordergrund gestellt.

Gröfsere Ähnlichkeit mit dem neuen Reichsbahn-System, Gattung und Nummer als Ganzes genommen, zeigt die Bezeichnung der Schweizer Bundesbahnen:

*) Hanomag-Nachrichten 1921, Heft 92.

Geschwindigkeit	75	70—75	60—65	45—55	Rangier-Lok.	Schmalspur-Lok.	Zahnrad-Lok.	Schmalspur-Zahnrad-Lok.
Dampflok. mit Schlepptender	A	B	C	D		G	H	HG
Tenderlok. . .	Ea	Eb	Ec	Ed	E	Eg	Eh	EHg
(Konsequenter wäre vielleicht:	At	Bt	Ct	Dt	Et	Gt	Ht	HGt
Elektrische Lok.	Ae	Be	Ce	De	Ee	Ge	He	HGe

wobei der ganze Lokomotivpark durchgenummert wird und jeder Gattung eine bestimmte Nummerreihe zugewiesen ist.

Also es heifst z. B. eine 2 C . Pt-Lokomotive = Eb 3/5 II (röm. Zahl = Bauart).

Es ist für den mit der Reichsbahn übereinstimmenden Gedankengang sehr bemerkenswert, dafs auch die Schweizer Bundesbahnen unabhängig von uns erwogen haben, das Kuppelverhältnis nicht mehr in Bruchform 3/5, sondern in zweistelliger Zahl 35 auszudrücken, die Bauart statt in römischer in arabischer Zahl anzuhängen, anderweit aber die Lokomotive nicht mehr durchlaufend, sondern gattungsweise zu nummern, also Eb 352 . 999 statt Eb 3/5 II 12 999.

Wenn wir hierbei das Kuppelverhältnis von der übrigen Nummer trennen, so haben wir eine starke Annäherung an das neue Reichsbahnsystem:

Eb 35 2 . 999

Die Lokomotive würde bei der Reichsbahn heifsen (siehe Übersicht 3):

Pt 35 17 75 999 als 1 C 1-Lok.
oder Pt 35 17 76 999 » 2 C-Lok.,

wobei der Bauart-Index 2, nicht mehr ein Anhängsel des Kuppelverhältnisses 35, zur selbständigen Bauartreihe (75 oder 76) ausgebaut worden ist. Der grundlegende Unterschied ist eben der, dafs bei der Reichsbahn Gattungszeichen und Nummer scharf von einander geschieden sind und in das Gattungszeichen die Leistung, in die Nummer die Bauart hineingelegt ist, wodurch die für den dienstlichen Gebrauch äufserst bequeme eindeutige Bezeichnung jeder Lokomotive durch eine fünf-, höchstens sechsstellige Zahl möglich wird.

Nachdem wir nunmehr die Gründe kennen gelernt haben, die zu einer Neubezeichnung drängten, sowie auch den Plan für die Neubezeichnung selbst und die Versuche anderer Verwaltungen, die Frage zu lösen, gestreift haben, kehren wir auf den Weg zurück, der in Deutschland von dem von Hammer 1916 aufgestellten Programm zu der heutigen Lösung führte. Sein Vorschlag zielte bereits auf eine Trennung der Lokomotiv-Nummer und -Leistungszahl; letztere sollte z. B. für die G 12 lauten G 56 (5 Kuppelachsen, Leistungsstufe 6 innerhalb der 5 Kuppler). Sämtliche G-Lokomotiven desselben Landes sollten durchgenummert werden, und zwar nach steigender Leistung und innerhalb etwa gleicher Leistung nach Bauarten. Hierbei war es natürlich nötig, bei den modernen Lokomotiven hinreichende Lücken für Neubauten zu lassen, die jeder möglichen Stückzahl derselben Bauart Rechnung tragen mufsten. Wir finden in diesem Plan bereits eine Übereinstimmung mit der heutigen Lösung nach zwei Richtungen:

1. Gattungsbezeichnung durch einen Buchstaben und eine zweistellige Zahl (Verwendungszweck, Kuppelzahl, Leistung).

Abweichungen des heutigen Plans:

a) Staffelung der Leistung nicht von 0—9 innerhalb der Gz.-5 Kuppler, sondern nach der Zahl der Gesamtachsen.

b) Da aber die Achsdrücke verschieden sind und namentlich in Zukunft verschieden sein werden, so ist der Achsdruck beigesetzt, also G 56 15.

2. Nummer: Durchnummerung z. B sämtlicher E-Gz-Lokomotiven in den einzelnen Ländern nach gleichen Nummerreihen für annähernd gleiche Leistung und dementsprechend ähnliche Bauart.

Abweichungen des heutigen Plans:

a) die Nummerreihen wiederholen sich nicht bei den S, P, G, Pt, Gt-Lokomotiven und den verschiedenen Ländern, sondern umfassen alle Gattungen und alle Länder.

b) Um nicht Lücken freilassen zu müssen, die bei neueren Lokomotiven von vornherein nicht abgeschätzt werden können, ist die Nummer zerlegt in Stammreihe und Ordnungs-Nummer.

c) Die Leistung ist aus der Nummer entfernt und als Stammreihe der Nummer die Bauart eingeführt. Also G 56 15 Nr. 58 001.

Die Beschäftigung des Eisenbahnzentralamtes, welches mit dem Studium der Frage beauftragt wurde, führte zunächst zu einem Vorschlag Strahls, als Leistungszahl das Produkt:

$$\frac{\text{Reibungsgewicht} \times \text{Verdampfungsheizfläche}}{1000}$$

mit Zuschlägen von 10 % für Verbund, 20 % für Heifsdampf, 25 % für Heifsdampf-Verbund einzuführen, so dafs in der Zahlenreihe 0—9 z. B. alle G 5-Kuppler von der kleinsten Leistung G 50 bis zur gröfsten G 59 eingestaffelt wurden. Unter denselben Leistungsziffern waren also nicht nur Lokomotiven verschiedener Bauart, sondern auch verschiedener Zugkraft und Heizfläche vereinigt, da z. B. das Produkt $R \times H = 12$ sowohl aus 3×4 als 4×3 entstanden sein kann. Dem Reibungsgewicht war ein gröfserer Einflufs zugedacht; da die Heizfläche (Leistung) dem Produkt Zugkraft mal Geschwindigkeit proportional ist, kam die Zugkraft gewissermafsen im Quadrat vor.

Der Bauartunterschied sollte nötigenfalls durch Index gekennzeichnet werden, der für die verschiedenen Länder verschiedene Bauarten bezeichnen konnte. Der Grundgedanke war der, dafs dieselbe Gattungszahl bei den verschiedenen Verwaltungen eine Lokomotive nahezu gleicher Stärke bezeichnen sollte, ohne dafs die Bauart, abgesehen von der Zahl der Kuppelachsen übereinzustimmen, brauchte. Ländername und Index sollten im Betriebe weggelassen werden, ersterer weil vor der Gründung der Reichsbahn Verpflanzungen von Land zu Land nicht vorkamen, letzterer da er sich ausschliefslich auf die Bauart bezog, die für den Betrieb nicht von Belang ist.

Sämtliche G 56-Lokomotiven z. B. sollten durchgenummert werden, also ohne Rücksicht auf das Kuppelverhältnis (E, 1 E, 1 E 1, 1 B + C usw.), wenn die Lokomotiven nur annähernd gleiche Leistung hatten. Der Buchstabe G war ein Bestandteil der Nummer, welche also etwa für eine G 12-Lokomotive gelautet hätte: G 56 1271.

Die preufsischen 2 B Sz-Lokomotiven wären z. B. dabei in zwei Gruppen von etwas verschiedener Leistung zerfallen, nämlich eine leichtere $S\ 21^{1,\,2\text{ u. }3}$ (bisher S 3, S 4, $S\ 5^1$) und eine schwerere Gruppe $S\ 22^{1\text{ u. }2}$ (bisher $S\ 5^2$, S 6.

Für den Reichsbahnlokomotivpark hätten vielleicht 10 Indices kaum ausgereicht, und da die verschiedenen Bauarten 1 B, 2 B, 1 B 1, 2 B 1 sich je nach ihrer Leistung auf die Gattungen S 20 — S 29 verteilten, fiel die Achsenanordnung, also das wichtigste Merkmal, aus der Unterscheidung der Lokomotivgattungen vollständig heraus.

Die Leistung sollte ausgedrückt werden durch S 21 ohne Zusatz, die Bauart sollte ausgedrückt werden durch $S\ 21^1$, $S\ 21^2$ usw., die Nummer sollte ausgedrückt werden durch S 21 1 bis 21 9999, also durch einen Buchstaben mit bis zu 6 Zahlen.

Für die Anordnung der Laufachsen zu den Kuppelachsen, also den Begriff 2 B 1, gab es keinen Ausdruck.

Dieser Vorschlag Strahls fand hinsichtlich des Ausdrucks für die Leistung zunächst die grundsätzliche Zustimmung des Ministeriums und es wurden sofort sämtliche Länderverwaltungen zur gemeinsamen Behandlung der Frage zugezogen, da alle Länderparks, wie bisher in Preufsen, durchgenummert werden und die einzelnen Gattungen nach einheitlichen Gesichtspunkten in die Nummerreihen eingeordnet werden sollten. Die Nummerung sollte sich möglichst auf fünfstellige Zahlen beschränken, nötigenfalls unter Trennung des Lokomotivbestandes in Nafsdampf- und Heifsdampflokomotiven. Diese Hineinziehung eines bestimmten Bauartmerkmals war nur ein unerwünschter Ausweg, um die Höhe der Nummern auf fünf Stellen zu beschränken; hatte man doch auch bisher schon in Preufsen 21 × 10 000 = 210 000 Nummern zur Verfügung gehabt.

Es zeigte sich aber, dafs die frei zu haltenden Lücken dem Plan von vornherein die nötige Dehnbarkeit für alle Entwicklungsmöglichkeiten nahmen; hinzu kam, dafs die Nummer nur scheinbar niedrig war; denn wenn man auch nur die Lokomotiven derselben Verwendungsart oder irgendwie gleicher Leistung, sei es alle P-Lokomotiven oder alle gleich gekuppelten z. B. P 3 Lokomotiven oder alle P-Lokomotiven gleicher Kuppelzahl und Leistung z. B. P 35 durchnummerte, so blieb der Ausdruck P oder P 3 oder P 3 5 als Stamm ein Bestandteil der Nummer, welcher mit der Ordnungsnummer zusammen, selbst ohne das Landeszeichen, bis zu sieben Zeichen umfafste, was für den Betrieb kaum geeignet war.

Um den verwickelten und wenig durchsichtigen Aufbau des Leistungszeichens zu vermeiden, regte der Verfasser deshalb schon 1921 im Lokomotiv-Ausschufs an, sich mit dem zwar roheren, aber einfachen und durchsichtigen Merkmal zu begnügen, die Leistung durch das Kuppelverhältnis anzudeuten, nämlich P 35 für alle 2 C und 1 C 1 Personenzug-Lokomotiven. Dies war zugleich eine vereinfachende Annäherung an die englisch-amerikanisch-französische Bezeichnungsweise nach den Achsen (1 C 1 = 131) oder Rädern (1 C 1 = 262).

Nach vergeblichen Versuchen, die erwähnten Gegensätze mit einander zu versöhnen, kehrte der Lokomotiv-Ausschufs zu dem Vorschlag Hammers zurück, Leistungszahl und Lokomotiv-Nummer zu trennen. Mit ersterer sollte es bei P 3 5 bewenden (Kuppelzahl und Heizflächen-Wert, der für jede Gattung [S, P, G, Pt und Gt] und Kuppelzahl besonders nach der Zahlenreihe 0—9 gestaffelt werden sollte). Ein Unterausschufs, in dem Bayern, Württemberg und das Eisenbahn-Zentralamt durch die Oberregierungsbauräte Hörmann, Dauner und den Verfasser vertreten waren, erhielt die Aufgabe, die Gattungen nach diesen Gesichtspunkten zu staffeln und einen Nummerplan zu entwerfen, der allen Entwicklungmöglichkeiten Rechnung tragen, sowohl den Lokomotiven der Zukunft, als den modernen und veralteten Bauarten je nach ihren Konstruktionszeichnungen bestimmte Reihen zuweisen sollte, so dafs jede Lokomotiv-Nummer nur einmal vorkam; schliesslich wurde darauf Wert gelegt, dafs eine einfache und eindeutige Bauartbezeichnung, etwa der preufsischen Bezeichnung P 8 entsprechend, nicht entbehrt werden konnte. Letzteres führte den Unterausschufs dazu, anstatt der nunmehr aus der Nummer endgültig entfernten Leistungszahl, die Bauart in die Nummer aufzunehmen. Während nun das Dezimalsystem mit 10 Bauarten für jede Gattung S, P, G, Pt, Gt nicht ausgereicht hätte, hundert Bauarten für jede Gruppe den Bedarf bei weitem übertroffen hätte, genügten zwanzig Bauarten für jede Gruppe auch dann, wenn durch Ausmusterung der mannigfaltigen Länderbauarten und Neubau weniger Einheitsbauarten einmal der Beharrungszustand eintreten wird. Teilte man die hundert Bauarten von 01—99 in fünf etwa gleiche Gruppen, und hing jeder Stammzahl eine beliebig hohe, praktisch die 9999 nicht überschreitende Nummerreihe an, so erzielte man den Vorteil einer einheitlichen Bezeichnung jeder Lokomotive der Reichsbahn durch eine fünf- bis höchstens sechsstellige Zahl ohne Zusatz irgend eines Zeichens für Gattung, Landeszugehörigkeit, Kuppelzahl oder Leistung. Die heutige Umnummerung der Lokomotiven entspricht diesem vom Unterausschufs aufgestellten Nummerplan.

Die Leistungszahlen wurden vom Unterausschufs in der Weise abgestuft, dafs die Heizflächen für alle Lokomotivgattungen S, P, G usw. und alle Kuppelzahlen 2, 3, 4, 5 usw. verschieden eingestaffelt wurden, so dafs z. B. bei der fünffach gekuppelten G-Lokomotive die 0 (also G 50) die kleinste Leistung, die 9 (also G 59) die auch in der Zukunft denkbar gröfste Leistung darstellte. Ein und derselbe Heizflächenwert von etwa 350 bis 375 qm sollte z. B. entsprechen:

bei den S- u. P-Lok.	bei den G-Lok.	bei den T-Lok.	Stufe
mit 2 Kuppelachsen	mit 4 Kuppelachsen	mit 4 Kuppelachsen	9
		5 »	8
3 »	5 »	6 »	7
		7 »	6
4 »	6 »	8 »	5
		9 »	4
	7 »		3
			2
	8 »		1

Dieser Aufbau der Leistungsbezeichnung erfuhr jedoch noch eine Umgestaltung. Inzwischen war nämlich der deutsche Lokomotivbau dadurch in ein neues Stadium getreten, dafs man mit den bisherigen Achsdrucken, nach der Betriebsordnung von 14 bis 16, in Wirklichkeit schon bis zu $17 \frac{1}{2}$ t nicht mehr auskam, sich zu 20 t entschlofs, 25 t für die Zukunft in Aussicht nahm und selbst für die spätere Zukunft in Anlehnung an amerikanische Verhältnisse mit 30 t rechnen mufste. In den Vereinigten Staaten hat man selbst den Achsdruck von 30 deutschen t beim Consolidation-Typ mit 31,6 t überschritten.

Was bei einem Spielraum von 14—$17 \frac{1}{2}$ t noch möglich war, ohne zu grofse Fehler zu begehen, dafs man nämlich die Kuppelzahl als Mafsstab für die Zugkraft gelten liefs, das erwies sich bei noch höheren Achsdrucken als unzulässig. Man hätte anstelle der Kuppelzahl zu dem an sich genaueren Ausdrucksmittel des gesamten Reibungsdrucks, etwa nach 10 t abgestuft, greifen müssen. Da man sich damit aber von dem Bilde, wie man sich die Lokomotive vorstellt, vollständig entfernt und Lokomotiven, die sich ihrer Leistung nach nahe stehen, in verschiedene Gruppen auseinander gerissen hätte, kam das Reichsverkehrsministerium hinsichtlich der Leistungsbezeichnung auf den bereits früher erwogenen Gedanken in neuer Form zurück, indem Ministerialrat Fuchs die künstlich aufgebaute Leistungszahl überhaupt fallen liefs und durch Einführung des einfachen Kuppelverhältnisses mit beigesetztem Achsdruck in der Form P 35 17 für die P 8 das einfachste Ausdrucksmittel für Zugkraft und Leistung fand, welches sich an die Vorstellung der Lokomotive unmittelbar anlehnt, durch die Andeutung von einfachsten Multiplikationen 3 × 17 und 5 × 17 zugleich die Möglichkeit gibt, das genaue Reibungsgewicht, als Mafsstab für die Zugkraft und das annähernde Gesamtdienstgewicht, als Anhalt für die eingebaute Kesselleistung, ohne weiteres auszurechnen, und welches sich schliefslich infolge der Weglassung der Heizfläche auch auf Lokomotiven jedweden andern Antriebs als durch Dampf, also auf elektrische, Diesel- usw. Lokomotiven ohne weiteres anwenden läfst.

Es bleibt noch übrig, einige Worte über die Anbringung der Schilder zu sagen. Wie bereits erwähnt, trägt die Lokomotive die Nummer vorn an der Rauchkammertür, hinten am Tender und an den Seitenwänden des Führerhauses, und zwar in gestanzten, geprefsten und gegossenen blanken Messingzahlen auf schwarzem Eisenblech. Auf den Führerhausseitenwänden führt sie aufserdem das Eigentumsschild »Deutsche Reichsbahn«, Gattungszeichen,

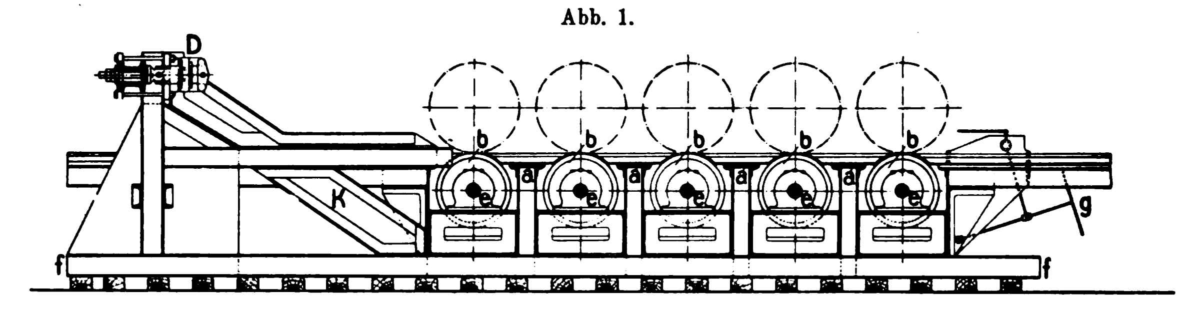
sowie Namen der Eigentumsdirektion und des Heimatsbahnhofes. Letztere haben jedoch mit der Lokomotivnummer nicht mehr das geringste zu tun, sie werden ausgewechselt, wenn die Lokomotive auch nur vorübergehend ihren Standort wechselt. Eine weitere Auswechselbarkeit ist für das Nummerschild auf dem Tender dadurch bedingt, dafs der Tender ebenso wie der Kessel in der Hauptwerkstätte öfters gewechselt zu werden pflegt, indem zum Lokomotivbestand weniger Tender, aber mehr Kessel als Lokomotiven gehören. Kessel und Tender haben daher als bleibende Kennzeichnung nur das Firmenschild, welches bekanntlich Lieferfirma, Fabrik-Nr. und Jahreszahl trägt. Das gleiche Firmenschild ist natürlich auch an der Lokomotive angebracht, nämlich auf den Bekleidungsblechen der Zylinder oder der Ausströmungsrohre, so dafs die Lokomotive den Namen der Lokomotivfabrik, aus welcher sie hervorgegangen ist, an dem die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit am meisten anziehenden Antrieb der eigentlichen Lokomotivmaschine zur Schau trägt.

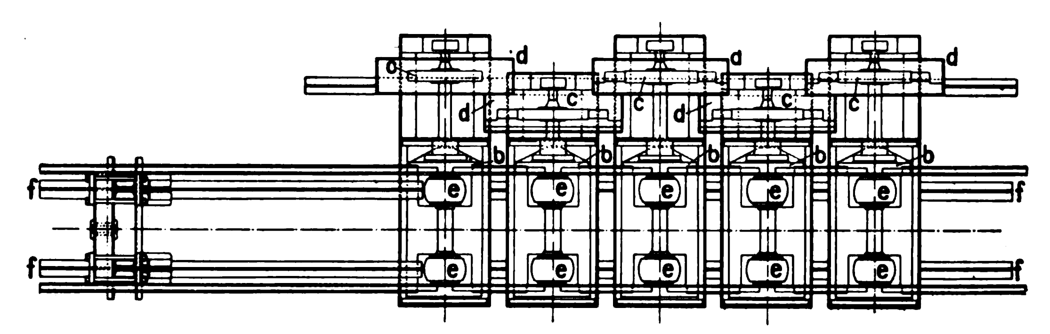
Der russische Lokomotivprüfstand in Efslingen.

Von Professor G. Lomonossoff.

Im Jahre 1922 bestellte die russische Regierung in Deutschland zwei Diesellokomotiven. Es ist klar, dass eine solch neue und komplizierte Maschine nicht vollkommen aus dem Werke herauskommen kann, wie Minerva aus dem Kopfe Jupiters. Im Gegenteil, man mufs mindestens während ein bis zwei Jahren mit der Überwindung von Kinderkrankheiten rechnen und mit der Notwendigkeit eines Umbaues der ersten Lokomotiven während deren Untersuchungen. Infolgedessen mufste die Untersuchung der Lokomotiven am Ort der Herstellung vorgenommen werden. Da es unmöglich war auf dem Werkgelände eine genügend lange Strecke russischen Gleises zu legen und noch weniger, einigermafsen brauchbare Versuche vorzunehmen, erwies es sich als notwendig, einen Prüfstand für vorübergehende Benutzung aufzustellen.

Abb. 1.





Ursprünglich sollte dieser Prüfstand auf dem Gelände der Hohenzollern A.-G. in Düsseldorf aufgestellt werden, da diese Firma die Bestellung auf die beiden Lokomotiven erhielt. Die Besetzung Düsseldorfs durch die Franzosen zwang uns jedoch den Bau der ersten Diesellokomotive und des Prüfstandes nach Efslingen zur Maschinenfabrik Efslingen zu verlegen, die früher als Lokomotivfabrik von Kefsler in den 70er und 80er Jahren eine Reihe von Lokomotiven nach Rufsland geliefert hat.

Beim Entwurf des Prüfstandes wurden die Angaben über den Prüfstand auf dem Putiloffwerk, der Entwurf des Prüfstandes, gewidmet A. B. Borodin, von dem verstorbenen Professor Gololoboff, und die Zeichnungen des Prüfstandes der Leningrader Hochschule für Verkehrswesen auf dem Proletarierwerk, zur Grundlage genommen. Von all diesen Beispielen mufste man jedoch erheblich abweichen, da unser Prüfstand nur eine vorläufige Einrichtung sein sollte. Der Prüfstand mufste rasch und billig fertiggestellt werden, damit er nach Beendigung der Versuche leicht auseinandergenommen und nach Rufsland transportiert werden konnte. Gleichzeitig wollten wir auch die Möglichkeit haben, in unserem Prüfstand die verschiedensten Lokomotivtypen zu prüfen.

Die genannten Erwägungen zwangen uns, jeden Rollensatz, auf dem ein Radsatz der zu untersuchenden Lokomotive steht, nebst den Bremsscheiben in einem besonderen genieteten Kasten unterzubringen (Abb. 1 und 2). Diese Kästen sind leicht einzupacken und können auch leicht auf den Trägern f verschoben werden, die auf dem Boden des Prüfstandgrabens liegen, je nach den Achsabständen der zu prüfenden Lokomotive. Die Kästen werden an die Träger angeschraubt. Ausserdem werden die Kästen oben durch die Laschen a verbunden; für jede Lokomotive mufs ein Satz solcher Verbindungslaschen mit genau kontrollierten Schraubenlöchern angefertigt werden.

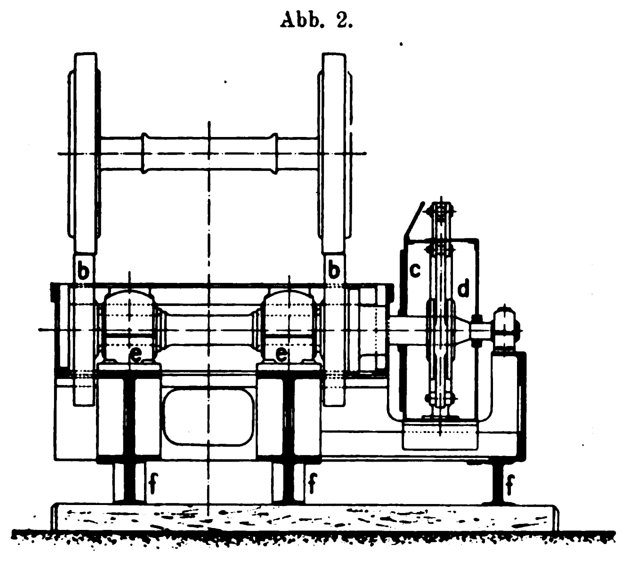
Mit den Trägern f ist der vertikale Bock verbunden, an welchem die Mefsdose D befestigt wird. Die schräge Versteifung K fehlte zunächst; aber gleich bei der ersten Versuchsfahrt stellte es sich heraus, dafs die Konstruktion zu schwach war, um dem Rucken der Dampflokomotive zu widerstehen. Infolgedessen mufste die schräge Versteifung K angebracht, die Querbalken zur Befestigung der Mefsdose mufsten ferner bedeutend verstärkt werden.

Die Einrichtung der Kästen und der Rollensätze ist aus Abb. 2 gut ersichtlich. b sind die Rollen, auf welchen die Lokomotivräder stehen; c die Bremsscheiben die sich in den Wasserbehältern d befinden; e die Lager; f die Längsbalken, auf denen die Kästen stehen. Sämtliche Bremsscheiben befinden

sich auf einer Seite. Um sie gut anordnen zu können, sind sie in zwei senkrechten Ebenen untergebracht.

Bezüglich des Abbremsens entschlossen wir uns nach langen Erwägungen für einfache Bremsen mit gufseisernen Bremsklötzen, weil sie für den Transport die einfachsten sind. Nachdem wir gelernt haben, die Bremsen während des Versuches richtig zu bedienen und anzuziehen, kann man sagen, dafs unsere Bremsen auch vom versuchstechnischen Standpunkte aus nichts zu wünschen übrig lassen. Die Einrichtung der Bremse ist aus Abb. 3 ersichtlich: g ist das Handrad für Handbremsung; h sind Muffen zum Verstellen des Gestänges und i ist der Bremszylinder, der zum Bremsen mit Druckluft dient, welche aus dem Luftbehälter der Lokomotive entnommen wird. Das Wasser zum Kühlen der Bremsscheiben wurde der Werkwasserleitung entnommen und in eine Abwasserleitung abgeführt. Die Wassermenge konnte mittelst Ventilen einreguliert werden.

Abb. 2.



Zur Messung der Zugkraft wurde eine Flüssigkeitsmefsdose, hergestellt von Schäffer & Budenberg, von 25 t Höchstbelastung angewendet, deren Ansicht Abb. 4 zeigt. Das Manometer der Mefsdose wurde an einer besonderen Beobachtungswand angebracht (siehe Abb. 5).

Wie bereits erwähnt, wurde der Prüfstand in Efslingen zur Prüfung der im Auslande bestellten Thermolokomotiven befehlsmäfsig eingerichtet. Diese Thermolokomotiven entsprechen ihrer Kraft und Leistungsfähigkeit nach den Lokomotiven E, die in der Anzahl von 700 Stück in den Jahren 1921—1922 von den deutschen Lokomotivwerken für Rufsland erbaut wurden. Es ist daher natürlich, dafs zum Vergleich für die Thermolokomotiven diese Dampflokomotive angenommen wurde. Es war jedoch nicht möglich, die Ergebnisse der Versuchsfahrten 1915 auf der Nord-Donezbahn mit der in Rufsland erbauten Lokomotive zu verwenden, da diese Versuche mit Kohle durchgeführt wurden, während andererseits bei den späteren Versuchen 1916 mit Naphta die einzelnen Verlustmengen, sowie die Arbeit der Lokomotive nicht gemessen wurden. Dies zwang uns, parallel mit der Untersuchung der ersten Thermolokomotive auf dem Prüfstand mit den gleichen Vorrichtungen und mit Naphtafeuerung eine von den ausländischen E-Lokomotiven zu prüfen.

Zu diesem Zweck wurde in Deutschland die von der Firma Wolff in Erfurt erbaute E-Lokomotive Nr. 5570 für Naphtafeuerung eingerichtet und in Deutschland zurückbehalten. Die Ausmauerung und die Naphtaeinspritzdüse wurden nach aus Moskau zugesandten Zeichnungen angefertigt. Nach den ersten Versuchen jedoch zeigte sich, dafs die Einspritzdüse zu klein war. Es wurde dann eine zweite gleichgrofse neben der ersten angebracht, worauf genügend Dampf erzeugt werden konnte.

Gefeuert wurde amerikanische Motornaphta, die uns von der Firma MAN zum Betriebe der Dieselmotoren empfohlen wurde, die auf unseren Thermolokomotiven verwendet wurden. Die Tabelle zeigt ihre chemische Zusammensetzung, sowie auch die Zusammensetzung des Masuts aus Baku, welcher im Jahre 1916 bei den Versuchen mit der Lokomotive E auf der Samara-

Abb. 3.

Die Erfahrungen des Putiloffschen Prüfstandes und des Prüfstandes im Proletarischen Laboratorium über Heifslaufen der Rollenlager und über Schleudern der Rollen, wurde von uns in genügender Weise berücksichtigt, wobei Herr A. K. Snopkoff, von dem Putiloffschen Prüfstande, uns persönlich zu Rate stand. Die Lagerlängen der Rollen wurden reichlich vorgesehen; aufserdem wurden die Lager möglichst zugänglich gemacht und jede Rolle erhielt einen besonderen Sandstreuer nach dem Entwurf von A. K. Snopkoff.

Slatoustoffbahn und auch in den Jahren 1912—1913 bei den Versuchen auf der Nikolaibahn verwendet wurde.

Analyse der Brennstoffe.

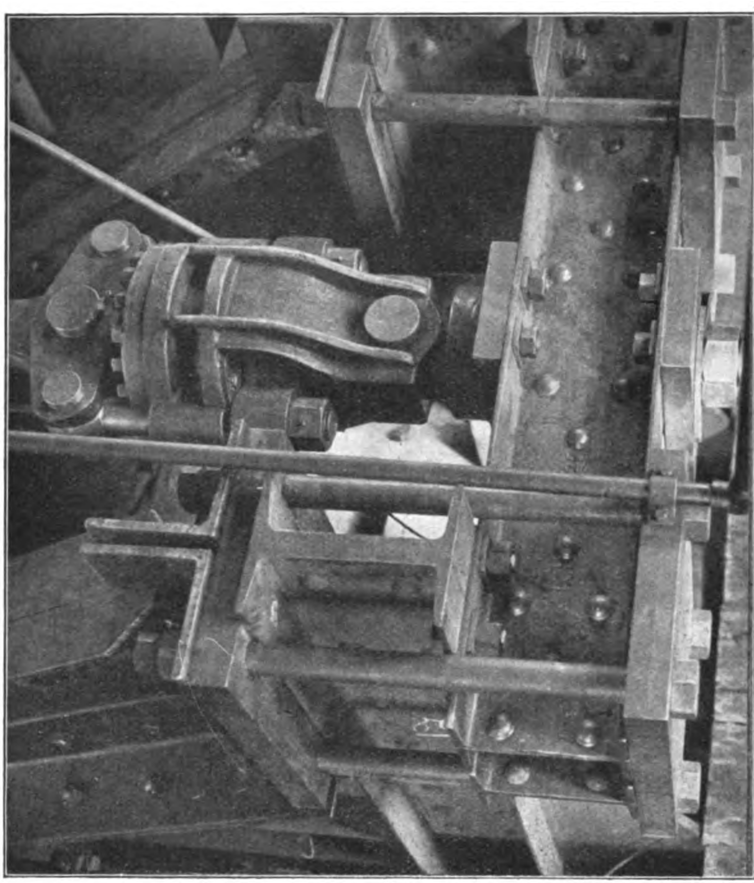
Zeit und Ort der Versuche	Heizwert Cal/kg	C %	H %	W %	A %
1912–1913, Nikolaibahn . .	9980	86,4	12,4	0,3	0,1
1916, Samara-Slatoustbahn .	10030	86,3	12,4	—	—
1924, Efslingen	10050	86,2	12,5	—	—

Die Analysen zeigen, dafs die Brennstoffe fast identisch sind.

Während der Versuche wurde die Lokomotive mit Wasser aus ihrem Tender gespeist, der zu diesem Zwecke in üblicher Weise kalibriert war. Der Brennstoff wurde aus zwei Mefsbehältern zugeführt, die auf einem Holzgerüst aufgestellt wurden; ein ähnliches Holzgerüst befand sich vor dem Führerhaus. Der Dampfverbrauch des Zerstäubers wurde mittelst eines Dampfmessers von Siemens & Halske gemessen.

Die Indikatoren wurden direkt auf die Zylinder aufgesetzt, zwei Stück auf jeden. Der linke Indikatorbeobachter beobachtete aufserdem noch das Vakuum in der Rauchkammer; der rechte mit Unterstützung durch eine Beihilfe die Temperatur in der Rauchkammer an zwei Thermometern, die Dampftemperatur im Schieberkasten und im Dampfrohr und notierte die Zahlen des Hubzählers des Dampfkolbens am Anfang und am Ende eines jeden Versuches. Auf der Lokomotive lösten sich zwei Beobachter ab.

Abb. 4.

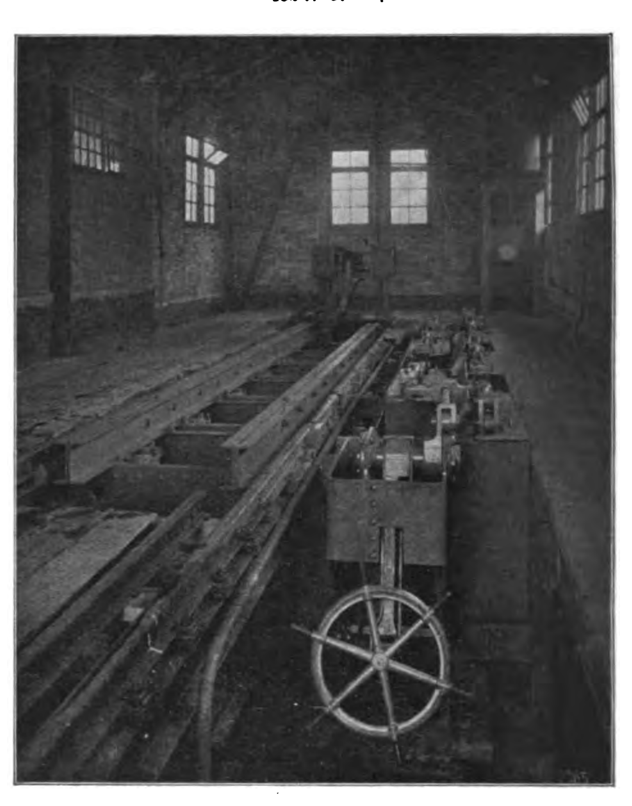


Bei Versuchsfahrten auf der Strecke zeigt die Mefsdose die Zugkraft am Haken. Bei den Versuchen auf dem Prüfstande würde die Mefsdose die Zugkraft am Radumfange zeigen, wenn der Reibungswiderstand in den Lokomotivachslagern Null wäre. Da dieser Widerstand aber W beträgt, so zeigt die Mefsdose $Z_D = Z_K - W$ an, woraus $Z_K = Z_D + W$. Andererseits ist $W = \varphi P \frac{d}{D}$, worin für die E-Lokomotive d = 220 mm, D = 1320 mm und P = 80000 kg ist. Wenn man für die nicht genügend eingelaufenen Lager als Reibungszahl $\varphi = 0{,}01$ annimmt, ergibt sich daher $W \cong 130$ kg. Andererseits ist bei einer Fahrtgeschwindigkeit V = 20 km/Std., bei der der Laufwiderstand verhältnismäfsig gering ist, der Widerstand einer gut eingefahrenen Lokomotive als Fahrzeug = 200 kg; der Reibungswiderstand in den Lagern beträgt nicht mehr als die Hälfte dieses Widerstandes. Wir können somit mit Sicherheit annehmen, dass W bei uns nicht mehr als 100—150 kg betrug, und da unsere Mefsdose auf besondere Genauigkeit keinen Anspruch erheben hann, so setzten wir $Z_K = Z_D$, d. h. wir nahmen an, dafs die Angaben unserer Mefsdose uns die unmittelbaren Zugkraftwerte am Radumfang geben.

Um mit der Mefsdose zuverlässige Angaben zu erzielen, müssen die Lokomotivräder wirklich auf den Höchstpunkten der Rollen stehen, sonst wird die Mefsdose nicht nur durch die Zugkraft der Lokomotive, sondern durch eine Gewichtskomponente der Lokomotive beansprucht. Nach Mitteilung von A. K. Snopkoff wurde auf dem Putiloffschen Prüfstande eine Verschiebung der Lokomotive bis 5 mm zugelassen; wir liefsen nicht mehr als 1,5 mm zu, indem wir sorgfältig beobachteten, dafs die Lokomotiv- und Rollenachsen in einer Senkrechten lagen.

Der Beobachter an der Mefsdose notierte aufser den Angaben derselben, die Angaben des Siemensschen Dampfmessers und des Vakuummeters in der Feuerung. Zu seinen Aufgaben gehörte auch das Füllen der Mefsdose mit Glyzerin.

Abb. 5.



In der Nähe des linken Indikatorbeobachters befand sich der Orsatapparat, der, wie auch der Dampfmesser, an der Schuppenwand befestigt war.

Wir hatten somit bei den Versuchen 1924 auf dem Prüfstande gleichzeitig 5 Beobachter: 1. den Aufsichtsbeamten, 2. den Beobachter an der Mefsdose, 3. am Orsatapparat, 4. und 5. an den Indikatoren.

Der Versuchsleiter hatte seinen Stand unten an dem Bremshandrad (siehe Abb. 1). Von hier aus gab er mittelst einer elektrischen Klingel alle Zeichen. Jeder Beobachter hatte vor sich eine Klingel, die von zwei Stellen betätigt werden konnte: vom Versuchsleiter und vom Aufsichtsbeamten. Dies gab dem Aufsichtsbeamten die Möglichkeit im Falle eines Unglücks entsprechende Zeichen zu geben und gab auch dem Versuchsleiter die Möglichkeit seine Zeichen vom Führerstand aus zu geben, indem er das Bremsen einer anderen Person überliefs.

Es mufs bemerkt werden, dafs das Abbremsen der Rollen, besonders bei hohen Zugkräften und geringen Geschwindigkeiten, sehr schwierig ist. Wenn die Lokomotive den Zug zieht, so hält der Zug die Lokomotive am Schwanz fest, wenn man sich etwas drastisch ausdrücken will. Infolgedessen spielt der Zug die Rolle eines Schwungrades, indem er die Geschwindigkeitsschwankungen während einer Umdrehung der Treibräder vernichtet und die Beschleunigung der Lokomotive verzögert bei sinkendem Widerstand. Ferner verringert der Widerstand des Zuges bei angezogenen Kupplungen das Schlingern der Lokomotive. Im Prüfstand fehlt der Zug, die Lokomotive schlingert stark und die geringste Widerstandsänderung wirkt sofort auf die Geschwindigkeit ein. Aufserdem werden die Bremsklötze abgeschliffen und die Bremsen müssen infolgedessen dauernd nachgezogen werden.

Bei $Z_k < 5000$ kg kann mittelst der Handbremse die Geschwindigkeit mit einer Genauigkeit bis $\pm 0{,}5$ km/Std. eingehalten werden; bei einer Zugkraft Z_k von etwa 15000 kg ist es jedoch bei Handbedienung kaum mehr möglich mit genügender Geschwindigkeit das Bremshandrad zu betätigen und man mufs zu der Druckluftbremse greifen. Es kommt z. B. folgendes vor: die erforderliche Geschwindigkeit hat sich eingestellt, alles geht gut, plötzlich steigt die Geschwindigkeit; der Versuchsleiter bremst infolgedessen ebenso plötzlich und die Lokomotive bleibt stehen, wobei bei solch plötzlichem Anhalten die Rollen häufig Einbeulungen erhalten. Es ist uns nicht gelungen solch plötzliche Wirkung der Bremsen immer zu verhindern. Die Kunst des Bremsens besteht eben darin, dafs die Lokomotive abgebremst wird ohne zum Stillstande zu kommen.

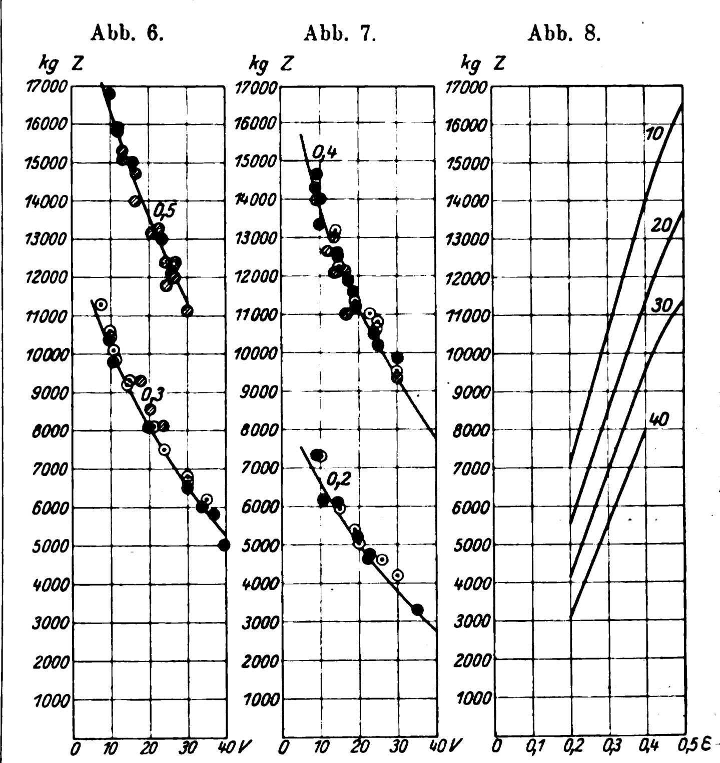
Zunächst hielten wir zwischen zwei Versuchsfahrten an und nahmen Wassermessungen vor, wie bei Versuchsfahrten auf der Strecke. Diese Methode ergab sich einerseits, weil sie bei den Versuchsfahrten auf der Strecke üblich war, und andererseits durch die Notwendigkeit, in der ersten Zeit die Lokomotive und die Rollen häufig und gründlich nachzusehen. Wir stellten jedoch bald fest, dafs nach jedem Halten infolge der Abkühlung der Feuerungsausmauerung der Druck fiel. Hierzu kam, dafs die scharfen Übergänge von starker Kesselbeanspruchung zum Stillstande ein Lecken der Heizrohre und der Stehbolzen verursachte.

Wir gingen daher zu folgender Versuchsmethode über. Für jeden Tag wurden bestimmte Kombinationen festgelegt mit ungefähr gleichen Kesselbeanspruchungen. Vor Beginn der Versuche wurde 15 bis 20 Minuten lang bei geringer Zugkraft die Lokomotive eingefahren, um einen Beharrungszustand des Kessels zu erhalten. Alsdann wurde, ohne dafs die Lokomotive angehalten wurde, die Steuerung und der Regler in die erforderliche Lage gebracht und mittelst der Bremse die vorgeschriebene Geschwindigkeit eingestellt. Dann wurde das Zeichen für den Versuchsbeginn gegeben, nach welchem der rechte Indikatorbeobachter die Angaben des Hubzählers und die beiden Beobachter für allgemeine Aufgaben die Wassermessung im Kessel und die Brennstoffmessung im Mefsbehälter vornahmen und dann die Wassermessung im Tender machten. Von Anfang des Versuches bis zur Beendigung der Wassermessung durfte kein Wasser mittels der Injektoren gepumpt werden. Während jeder Versuchsfahrt, wie auch bei den Versuchsfahrten der 1. Gruppe, wurden zehn Beobachtungen gemacht. Zwei bis fünf Minuten nach der zehnten Beobachtung gab der Versuchsleiter das Zeichen zur Beendigung des Versuches und zum Beginn des nächsten. Nach diesem Zeichen stellte der Lokomotivführer den Regler und die Steuerung um; der rechte Indikatorbeobachter notierte die Hubzählerangaben und die Beobachter für allgemeine Aufgaben führten ihre Messungen durch. Auf diese Weise gelang es uns während der Vormittage drei bis fünf Versuche durchzuführen. Nach dem letzten Versuch lief die Lokomotive weiter, wobei eine leichtere Kombination eingestellt wurde, bis der Dampfdruck im Kessel auf etwa 9 at herunterging, worauf die Brennstoffzufuhr eingestellt wurde.

Die Dauer eines Versuches wurde durch folgende Erwägungen festgelegt: erstens, durch die Genauigkeit der Wasser- und Brennstoffmessungen und zweitens, durch die Möglichkeit während des Versuches zehn Beobachtungen zu machen. Der Brennstoffverbrauch wurde auf unserem Prüfstande mit einer Genauigkeit von $\pm 2{,}5$ kg gemessen, der Wasserverbrauch mit ± 25 kg. Unter Annahme einer Mefsgenauigkeit von $\pm 1\%$, ergab sich ein Mindestverbrauch an Brennstoff von 250 kg und an Wasser von 2,5 t. Andererseits konnten die Indikatorbeobachter mit ihrer Arbeit nur dann fertig werden, wenn zwischen den Zeichen mindestens $2\frac{1}{2}$ Minuten verstrichen. Dieses ergibt $10 \times 2\frac{1}{2} + 5$ Min. für Messungen, d. h. im ganzen 30 Minuten. Somit ergab sich die Dauer eines Versuches daraus, dafs mindestens 2,5 t Wasser verdampft werden mufsten, der Versuch jedoch nicht unter 30 Minuten dauern durfte.

Unsere Versuchsfahrten dauerten daher 30 bis 72 Minuten und die Beobachtungszeichen wurden nicht häufiger als alle $2\frac{1}{2}$ Minuten und nicht seltener als alle 6 Minuten gegeben. Im ganzen wurden 54 Versuchsfahrten vorgenommen.

Die Beschreibung der Versuchsergebnisse liegt nicht im Rahmen dieses Aufsatzes. Ich gehe daher auf sie nur soweit ein, als sie die Methode der Lokomotivprüfung auf dem Prüfstande charakterisieren.



Vor allem mufs bemerkt werden, dafs die Zugkraft am Treibradumfange von der Prüfungsmethode — Prüfstands- oder Streckenprobe — unabhängig ist. Abb. 6 und 7 zeigen die Werte der Zugkraft für voll geöffneten Regler und Füllungen von 0,5—0,4—0,3—0,2 aus den Prüfstandsversuchen mit der Lokomotive Nr. 5570 (schwarze Kreise) und aus den Versuchen 1921—1922 mit 19 gleichen Lokomotiven zwischen Moskau und Leningrad (weifse Kreise). Die Kreise mit dem schwarzen Punkt in der Mitte beziehen sich auf Kontrollmessungen unserer Mefsdose. Die auf Grund dieser Punkte als Funktion der Fahrgeschwindigkeit V aufgezeichneten Kurven sind in Abb. 8 zur Kontrolle als Funktion der Füllung ε umgezeichnet.

Ebensowenig unterscheiden sich die Dampfverbrauchswerte der Dampfmaschine bei Strecken- und bei Prüfstandsversuchen.

Die indizierte Zugkraft dagegen ergibt sich auf dem Prüfstande geringer als bei den Versuchsfahrten auf den Strecken. Dies sieht man klar aus den Abb. 9 und 10, in denen Diagramme gezeigt sind, die bei den gleichen Arbeitsbedingungen entstanden sind und an den gleichen E-Lokomotiven im Jahre 1915 auf der Strecke und 1924 auf dem Prüfstande aufgenommen wurden. Abb. 9 bezieht sich auf eine Füllung von 50% und eine Geschwindigkeit von 10 km/Std., während bei Abb. 10 die Füllung 30% und V = 40 km/Std. ist. Bis zu einem gewissen Grade kann diese Differenz durch einen bedeutenden Undichtigkeitsverlust der Schieber bei den Versuchen 1915 erklärt werden. Läge die Ursache der Differenz jedoch nur in dieser Undichtheit, so müfsten die Diagramme bei geringen Geschwindigkeiten einen gröfseren Unterschied aufweisen, weil dann der Undichtheitsverlust besonders hoch ist. In Wirklichkeit ist jedoch gerade das Gegenteil der Fall, d. h. der Unterschied wächst in den Diagrammen mit steigender Geschwindigkeit, wie aus den Abb. 9 und 10 ersichtlich, und zwar ist die Diagrammfläche aus der Versuchsfahrt auf der Strecke gröfser als diejenige aus dem Prüfstandsversuch. Wir haben es hier augenscheinlich mit dem Einflufs der Indikatorrohre zu tun, der bereits in den Jahren 1893—1898 von Professor Goss bei seinen Versuchen bei der Purdue-Universität und durch meine Versuche im Jahre 1899 in Poltawa betätigt wurde. Die Indikatorrohre, die bei den Versuchsfahrten auf der Strecke unvermeidlich sind, lassen die indizierte Arbeit gröfser als sie wirklich ist erscheinen, wobei die Vergröfserung mit der Geschwindigkeit wächst.

Abb. 9.

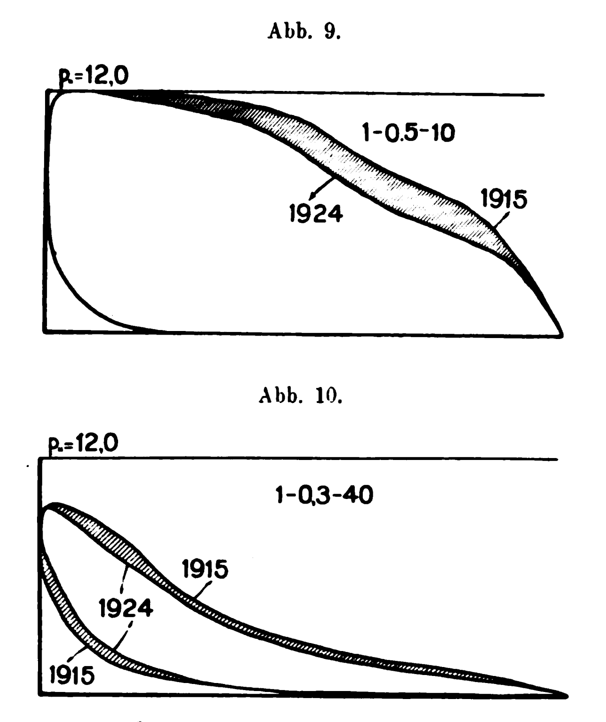


Abb. 10.

Bei der Dampferzeugung besteht hingegen wieder Übereinstimmung zwischen Strecken- und Prüfstandsversuch, wenn man die Abhängigkeit zwischen B, der Naphtamenge in kg, verbrannt auf 1 qm Rostfläche stündlich und D, der stündlichen Dampfmenge, erzeugt von 1 qm Heizfläche betrachtet. Während wir aber bei den Versuchen auf der Strecke Werte von D = 57 leicht erhielten, konnten wir auf dem Prüfstande keine höheren Werte als 45 erhalten. Dieselbe Erscheinung hatten wir auch in Rufsland bei den Versuchen auf der Strecke mit der D-Lokomotive und auf dem Putiloffschen Prüfstande. Die Ursache liegt scheinbar in den Erschütterungen der Lokomotive bei der Fahrt auf der Strecke, welche die Ablösung der Dampfbläschen von den Heizflächen erleichtern.

Dieselbe Ursache bewirkt, dafs bei den Versuchen auf der Strecke der Kessel feuchteren Dampf erzeugt (von 3 bis 8% Feuchtigkeit); infolgedessen ist die Überhitzung auf der Strecke stets geringer, als auf dem Prüfstande.

Alles Gesagte zusammenfassend, sehen wir, dafs jede Untersuchungsmethode der Lokomotive ihre Mängel besitzt: auf der Strecke haben wir die Verzerrung der Diagramme, im Laboratorium wird die Kesselarbeit schlechter. Infolgedessen können zuverlässige Ergebnisse nur durch Kombination der beiden Versuchsmethoden erzielt werden. Ich möchte hierbei betonen, dafs ich unter Versuchen auf der Strecke nicht die üblichen Probefahrten, sondern wissenschaftlich aufgebaute Versuchsfahrten auf Strecken mit gleichmäfsigem Profil verstehe, wobei während jeder einzelnen Versuchsfahrt sämtliche Arbeitsbedingungen der Lokomotive und vor allen Dingen die Regleröffnung, die Füllung und die Geschwindigkeit konstant gehalten werden müssen. Der Organisation solcher Versuche auf den russischen Bahnen (1898—1922) ist mein Buch »Lokomotivversuche in Rufsland« gewidmet, welches in einigen Monaten im Verlage des V. D. I. erscheint.

Gleiswirtschaft und Zwischenhandel.

Von Dr. Ing. **Bloss**, Dresden.

Der Baustoff der eisernen Oberbauteile ist in einem dauernden, wenn auch langsamen Kreislauf begriffen. Aus dem Walzwerk wandern die Bestandteile neu ins Gleis, um nach Erschöpfung ihrer Lebensdauer als Schrott wieder nach dem Schmelzofen zurückzukehren. Der glatteste Gang dieses Kreislaufes würde dann gegeben sein, wenn die Bahnverwaltungen sämtliche ausgeschiedenen Oberbauteile den liefernden Walzwerken unmittelbar als Schrott zuführten. Im Beharrungszustande, d. h., solange Erweiterungen des gegebenen Bahnnetzes nicht eintreten, hätte dann eine Bahnverwaltung alljährlich nur das an Eisen nachzukaufen, was durch Abnutzung und Rost verloren geht. Hierzu tritt allenfalls noch der Bedarf für Verstärkungen der Gleisteile. Statt dieses kürzesten Weges zwischen Bahnverwaltung und Walzwerk wird aber ganz allgemein der Umweg eingeschlagen, dafs die als verbraucht ausgebauten Gleisteile an Zwischenhändler verkauft werden, die dann einen Teil anderweit verwerten, den Rest aber den Eisenwerken zuführen.

Es fragt sich, ob diese Beteiligung des Zwischenhandels, dessen Gewinne doch die Kosten des Erzeugungskreislaufes erhöhen müssen, für die Gleiswirtschaft nötig ist.

An sich ist der Alteisenhandel ein vorzüglich durchgebildeter, weit verzweigter, feinfühliger Geschäftszweig, der im Gefüge der allgemeinen Volkswirtschaft nicht zu entbehren ist. Ein grofser Teil der Eisenerzeugung wird von ihm gespeist. Er rettet durch seine feinen Einkaufkanäle auch die unscheinbarsten Abfälle und macht das Gesammelte durch zweckmäfsige Sortierung und Aufbereitung zur Wiederverwendung geeignet. Der Grund, weshalb der Alteisenhandel auch in der Gleiswirtschaft festen Fufs gefafst und sich zwischen Walzwerk und Bahnverwaltung eingeschoben hat, liegt vorzugsweise darin, dafs von den alten Oberbauteilen nur das Kleineisen ohne weiteres eingeschmolzen werden kann. Die Schienen nehmen vielfach zunächst einen anderen Weg: sie werden zum Teil als Träger für Hausbauten verwendet, und die Eisenschienen früherer Zeiten sind als Einbaustützen für Bergwerke sehr gesucht.

Diese Verwendungsarten sind indessen beide als Notbehelfe anzusprechen. Die Schiene ist nicht dafür entworfen, stellt also technisch und wirtschaftlich sicherlich nicht das zweckmäfsigste Hilfsmittel dar. Die Verwendung im Kleinen mag allenfalls noch wirtschaftlich richtig sein, weil sie den Bedarf von einem nahen Lagerplatz des Bahnmeisters ohne Zwischenförderung und Händlergewinn decken kann, für die Verwendung im Grofsen aber stellt die Eisenindustrie geeignetere Formen oder könnte sie — wie im Falle des Bedarfes der Bergwerke — besonders schaffen.

Die Schienen, die nicht weiterverkauft wurden, müssen für das Einschmelzen in kurze Stücke gebrochen werden. Auch auf diese Tätigkeit hat sich der Zwischenhandel eingestellt, weil die Walzwerke verlangen, den Schrott in gebrauchsfertiger Form zu erhalten. Indessen würde wohl am zweckmäfsigsten das Brechen der Schienen von den Walzwerken selbst übernommen werden. Bei den daneben noch verbleibenden beiden Möglichkeiten, dafs sie die ausbauende Eisenbahnverwaltung oder der Zwischenhändler bricht, entstehen entweder durch Handbetrieb hohe Löhne oder im Maschinenbetrieb grofse Kosten für An- und Abfuhr beim Sammeln sowie für wiederholtes Umladen. Dagegen könnten die Schienen im Walzwerke vom Eisenbahnwagen unmittelbar in eine Brechmaschine und über ein Förderband nach dem Alteisenlager laufen. Ähnlich wären eiserne Schwellen zu behandeln.

Nach diesen Erwägungen könnte der Alteisenhandel aus der Gleiswirtschaft schon dadurch ausgeschaltet werden, dafs die Eisenbahnverwaltungen die liefernden Walzwerke durch Vertrag verpflichteten, die anfallenden Schienen, Eisenschwellen und Kleineisenteile unmittelbar von der Eisenbahnverwaltung zu übernehmen. Es würde damit zwar der günstige Einflufs des Wettbewerbes zwischen den bietenden Alteisenhändlern wegfallen. Indessen ist es ohne weiteres möglich, den Übernahmepreis für Gleisschrott mit den Walzwerken so zu vereinbaren, dafs er sich nach den Durchschnittspreisen richtet, die im freien Handel für Alteisen bezahlt werden. Schliefslich wäre auch eine Vertragsform zwischen Eisenbahn und Walzwerk denkbar, bei der das Walzwerk für den übernommenen Schrott eine bestimmte Menge neuer Oberbauteile liefert, die sich aus dem Gewichte des Schrotts durch Abzug einiger Verluste errechnet. Diese Vertragsform würde durchaus der jetzt schon viel geübten entsprechen, bei der eine Fabrik von der Eisenbahn Oberbauteile zur Auffrischung als reine Lohnarbeit übernimmt; es würde sozusagen beim Einschmelzen und Neuauswalzen die Auffrischung nur die durchgreifendste Form annehmen. Ähnliche Gepflogenheiten hatten sich übrigens auch in der deutschen Webwarenerzeugung in der Zeit der Geldentwertung eingestellt, als die deutschen Fabriken nicht imstande waren, sich ausländische Geldsorten zum Rohstoffeinkauf zu beschaffen und daher die von ausländischen Bestellern übergebenen Rohstoffe in Lohnarbeit auf fremde Rechnung verarbeiten mufsten.

Nun deuten manche Vorgänge bei der Eisenindustrie darauf hin, dafs sich auch für den Einkauf neuer Oberbauteile ein Zwischenhändler zwischen das Walzwerk und den Besteller einschieben will. Der Handel scheint immer mächtiger zu werden und imstande zu sein, der Erzeugung bestimmte Marschrichtungen vorzuschreiben. Da natürlich auch dieser Zwischenhandel verteuernd wirken müfste, dürfte eine Untersuchung am Platze sein, ob es nicht zweckmäfsig ist, dafs gröfsere Eisenbahnverwaltungen bahneigene Walzwerke einrichten. Fafst man, wie oben angedeutet, das Einschmelzen und Wiederauswalzen der Gleisteile als einen durchgreifenden Auffrischungsvorgang auf, so finden solche Walzwerke in den bahneigenen Ausbesserungswerken für Lokomotiven und Wagen ihr Gegenstück. Dabei ist der Vorgang des Walzens technisch und wirtschaftlich sicher einfacher als die vielgestaltigen Arbeiten bei der Ausbesserung von Betriebsmitteln. Deshalb würden auch die leitenden und ausführenden Beamten für solche Walzwerke leicht heranzubilden sein.

Augenblicklich kann man freilich gegen einen solchen Plan einwenden, dafs das wirtschaftliche Bedürfnis nicht allzu grofs ist, denn die Eisenpreise stehen zur Zeit aufsergewöhnlich niedrig. Diese Sachlage kann sich jedoch leicht ändern, und zu Zeiten hoher Eisenpreise kann es sehr erwünscht sein, willkürlichen und gewinnsüchtigen Preisforderungen dadurch entgegenzuwirken, dafs man sich auf die Selbstkosten in den bahneigenen Walzwerken stützt. Man würde dadurch eine Grundlage für die Preisprüfung erhalten, die jetzt völlig fehlt, da es bei der vollständig durchgeführten Ringbildung keinen freien Wettbewerb für Ausschreibungen gibt. Höchstens ausländisches Angebot wirkt bei einer solchen Marktlage preisregelnd. Unter gewissen Umständen kann es übrigens auch erwünscht werden, durch den Wettbewerb bahneigener Walzwerke auf die Güte der Walzerzeugnisse privater Werke Einflufs zu nehmen. Es sei z. B. daran erinnert, dafs um 1910 von allen amerikanischen Bahnen lebhaft darüber geklagt wurde, dafs die amerikanischen Walzwerke dem Inlande aufserordentlich schlechte, dagegen ins Ausland gute Schienen lieferten. Obwohl es sich dabei wohl um einen Auswuchs schrankenloser Ringbildung gehandelt hat, ist doch die Wiederholung solcher Zustände mindestens vorübergehend nicht ausgeschlossen.

In welchem Umfang bahneigene Walzwerke für die Deutsche Reichsbahn erwünscht werden könnten, läfst sich zahlenmäfsig annähernd belegen. Nach dem Geschäftsberichte der Deutschen Reichsbahn von 1921 waren 118000 km Gleise vorhanden, deren Eisengewicht sich auf 10 bis 12 Millionen t beziffern läfst. Nach der durchschnittlichen Lebensdauer der einzelnen Teile kann man den jährlichen Bedarf an eisernen Oberbauteilen für den regelmäfsigen Umtrieb in diesem Netze auf 400000 t schätzen. Hierzu mögen dann noch 50000 t für Erweiterungen und Neubauten kommen, so dafs sich der Jahresbedarf auf 450000 t ansetzen läfst. Nach den Beschaffungsverhältnissen einer Reichsbahndirektion mit durchschnittlichen Verhältnissen kann man ferner annehmen, dafs rund $^1/_3$ dieses Jahresbedarfes aus dem anfallenden Schrott gedeckt werden kann. Das ist ein verhältnismäfsig nur geringer Teil, und zwar deswegen, weil für den heutigen Anfall von Altstoffen das kleinere Bahnnetz aus einer etwa 25 Jahre zurückliegenden Zeit in Betracht kommt, bei dem überdies alle Oberbauteile geringeres Gewicht hatten. Immerhin würde, wenn man die Leistungsfähigkeit einer Walzenstrafse auf 20000 t jährlich ansetzt, die Erzeugung von 150000 t Schienen, Schwellen, Laschen und Platten aus Schrott hinreichen, um 7 bis 8 bahneigene Walzwerke fortlaufend voll zu beschäftigen; wenn man die Abfälle der Ausbesserungswerke für Lokomotiven und Wagen mit heranzieht, auch mehr. Diese Walzwerke wären unabhängig von der Verteilung der Eisenindustrie im Reiche, sie könnten daher überall im Reiche angelegt werden, am besten natürlich in den Gegenden des gröfsten Altstoffanfalls. Auf diese Weise könnten z B. die Mark, Ostpreufsen oder Oberbayern, die jetzt ihre Schienen von weither beziehen und ihren Schrott weithin versenden, Walzwerke erhalten. Man erkennt daraus leicht, dafs die Errichtung bahneigener Walzwerke zugleich eine nicht unerhebliche Einsparung von Betriebsmittelleistungen bedeuten würde. Nimmt man an, dafs sich die Anfuhr des Schrotts zum Walzwerk und die Abfuhr der neuen Oberbauteile je nur um 100 km durchschnittlich verkürzt, so würde die jährliche Ersparnis an Förderleistung 30 Millionen t km betragen. Das entspricht immerhin 0,5 v. T. der Güterbeförderung der gesamten Deutschen Reichsbahn und ist mehr als der gesamte Güterverkehr der sächsischen Schmalspurbahnen.

Auch in anderen Beziehungen könnte eine solche planmäfsige Wirtschaft Vorteile bringen. Es sei z. B. angenommen, dafs für Unterlegplatten und Schrauben der neuerdings viel besprochene Zusatz von 1% Kupfer zum Eisen angewendet werden solle, der den Widerstand gegen Rosten stark vermehrt. So starke Verdünnungen eines Stoffes sind im allgemeinen verloren, weil nicht wiedergewinnbar. Steht man aber im unmittelbaren Schrottverkehr mit dem Walzwerke, so kann man leicht dafür sorgen, dafs alte Platten nach dem Einschmelzen wieder zu Platten ausgewalzt werden. Der einmal aufgewendete Kupferzusatz bleibt daher fast vollständig und dauernd erhalten.

Ähnliche Erwägungen wie über die Rolle des Zwischenhandels in der Gebarung mit dem Eisen lassen sich auch über den Holzhandel in der Schwellenwirtschaft anstellen. Auch hier steht der Zwischenhändler zwischen dem Waldbesitzer als Erzeuger und der Eisenbahnverwaltung als Verbraucherin. In vielen Fällen besorgt beim Schwellenhandel der Zwischenhändler zugleich die Zurichtung der Schwellen, oft auch die Tränkung. Manche Eisenbahnverwaltungen hingegen überlassen das Tränken als eine wichtige Vertrauensarbeit nicht dem Unternehmer, sondern führen es selbst durch. 1921 gab es bei der Deutschen Reichsbahn sechs Schwellen-Tränkanstalten, davon zwei in Preufsen, zwei in Bayern, eine in Sachsen, eine in Württemberg. Da dabei kein Sägewerk erwähnt wird, mufs man annehmen, dafs die beteiligten Direktionen ihre Schwellen tränkfertig, also behauen oder gesägt beziehen. Für den wirtschaftlichen Betrieb in den Tränkanstalten ist es aber aufserordentlich störend, dafs die Händler die Schwellen vom Zurichteplatz bunt gemischt liefern, so dafs die Abnahme, das Sortieren und Stapeln einen grofsen Aufwand teuerer Handarbeit erfordert. Diesem Handelsbrauch gegenüber erscheint es empfehlenswert, dafs die Eisenbahnverwaltungen den Zwischenhandel ausschalten und das Schwellenholz als Rundholz vom Waldbesitzer unmittelbar kaufen. In der Tränkanstalt wird dann das Holz nur als Rundholz gelagert, alle übrigen Arbeiten, nämlich Sägen, Dexeln oder Hobeln des Schienenlagers, Sortieren und Zuführen in den Tränkkessel werden dann in einem geschlossenen Arbeitsgange ohne Zwischenstapeln, aber unter weitgehender Ausnutzung selbsttätiger Fortbewegung auf Förderbändern erledigt. Der Einkauf von Rundhölzern unterscheidet sich grundsätzlich nicht von dem Kaufe fertiger Schwellen, und die Abfallwirtschaft der bahneigenen Sägewerke kann eher eine Einnahmequelle werden als eine Beschwerung. Denn alle Abfälle werden noch eine lohnende Verwendung finden: Bretter und Schwarten für Schneezäune, Verschläge und sonstige Bauzwecke, Lattenabfälle für das Anheizen von Lokomotiven, aller übrige Abfall für den Verkauf an Beamte und Arbeiter im Wohlfahrtswege. Selbst die Sägespäne werden sich durch Brikettieren dafür verwendbar machen lassen. Vielleicht wird die bahneigene Schwellen-Zurichterei einmal sogar eine Notwendigkeit werden, wenn man für eine besondere Verlegungsart, die in Bayern erprobt wird, eine möglichst gleiche Dicke der Schwellen fordern mufs.

Für deutsche Verhältnisse könnte dann als letzter Schritt in Frage kommen, auch beim Einkauf der Rundhölzer für Schwellen jeden Handel auszuschliefsen. Eigentlich ist es verwunderlich, dafs die staatlichen Bahnverwaltungen Deutschlands augenscheinlich noch nirgends den kürzesten, geradesten Weg zum Staate als Holzerzeuger und -Verkäufer gefunden haben! Waren doch in Deutschland 1910 rund 26% der gesamten Bodenfläche Wald, und ein Drittel davon war im Besitze des Staates. Der Ertrag der Staatswaldungen betrug rund 9 Millionen Festmeter Nutzholz und 7 Millionen Festmeter Brennholz. Schätzt man den Bestand der Deutschen Reichsbahn an hölzernen Querschwellen auf 70 Millionen Stück, so würde bei einem Rauminhalt von 0,1 cbm der gewöhnlichen Schwellen und einer Lebensdauer von 20 Jahren der jährliche Bedarf an Schwellenholz rund 350000 cbm, einschliefslich der Weichenschwellen und des Zurichteabfalls vielleicht 500000 cbm betragen. Von der jährlichen Holzerzeugung der Staaten brauchten also nur rund 6% abgezweigt zu werden, um den Schwellenbedarf der Deutschen Reichsbahn ohne allen Zwischenhandel zu decken.

Einrichtung und Überwachung von Bahnfernmeldeleitungen unter Berücksichtigung der Störungseinflüsse von Starkstromanlagen.

Die zunehmende Versorgung weiter Landgebiete mit elektrischer Energie, dann ebenso die immer mehr ins Leben tretende Einrichtung des elektrischen Zugbetriebs auf Haupt- und Nebenbahnen, drängte bald zur Prüfung, wie den hierbei unter Umständen recht erheblich auftretenden elektrischen Störungen des Betriebs der Bahnfernmeldeleitungen (Telegraphen-, Fernsprech-, Läutewerks-, Block- und sonstigen Sicherungszwecken dienenden Leitungen), die im Einflufsbereich der Hochspannungsnetze oder längs der Fahrleitungen von Wechselstrombahnen verlaufen, wirksam zu begegnen wäre. Mit der Untersuchung der teilweise sehr schwierigen Fragen befafste sich seit längerer Zeit bei der deutschen Reichsbahn ein aus anerkannten Fachleuten der beteiligten Kreise zusammengesetzter Ausschufs, dessen Arbeiten in den nachstehend im Auszug mitgeteilten, jüngst im Reichsverkehrsblatt Nr. 26 vom 30. Juni 1924 veröffentlichten »Vorschriften und Leitsätze für die Einrichtung und Überwachung von Bahnfernmeldeleitungen längs der Wechselstrombahnen und im Einflufsbereich sonstiger Starkstromanlagen« nunmehr ihren Niederschlag fanden.

Die Vorschriften bezwecken einerseits den Schutz des Bedienungs- und Unterhaltungspersonals der Bahnfernmeldeleitungen gegen Gefährdung durch die in diesen auftretenden Induktionsspannungen, anderseits den Schutz der Bahnfernmeldeleitungen selbst gegen die störenden Starkstrombeeinflussungen.

Abschnitt I behandelt die Bahnfernmeldeleitungen längs der Wechselstrombahnen. Zunächst wird der Geltungsbereich der Vorschriften hierfür festgelegt, sodann auf die an diese Fernmeldeleitungen nunmehr zu stellenden besonderen technischen Bedingungen eingegangen. Verkabelung wird die Regel bilden, alle Leitungen müssen als geschlossene, gegen Erde isolierte Schleifen betrieben werden. Kabel soll soweit als möglich von Fahrleitung abliegen. Alle Adern sind zu verdrillen und sollen möglichst geringe Kapazität haben. Besondere Beachtung ist der Ausbildungsform des Kabelmantels und der Bewehrung zu schenken, da der in diesen erzeugte Induktionsstrom zur Verminderung (Teilkompensierung) der in den Adern selbst induzierten Spannung herangezogen werden soll. U. a. wird die Leitfähigkeit des Kabelmantels noch durch besondere eingelegte Schutzdrähte verstärkt. Die Durchschlagsfestigkeit der Adern gegen den Mantel, dann die an etwa eingeschaltete Pupinspulen zu stellenden Bedingungen werden kurz behandelt. Besondere Wichtigkeit wird gut leitender Verbindung der Enden der Kabelmäntel, Bewehrungen und Schutzdrähte unter sich, sowie mit den Fahrschienen und vorhandenen Erdstellen beigemessen und dies näher ausgeführt. Weiter wird auf die Relation der Inneneinrichtungen eingegangen. Spannungs- und Stromsicherungen für die Kabeladern sind zu vermeiden. In einer Reihe von näher bezeichneten Fällen müssen Übertrager in die Leitungen eingeschaltet werden.

Bei Telegraphenleitungen mit Ruhestrombetrieb sind Batterie und Relaiswicklungen gleichmäfsig auf beide Leitungsäste zu verteilen und doppelpolige Taster anzuwenden. — In einem gröfseren Abschnitt wird auf die zur Sicherheit des Bedienungs- und Unterhaltungspersonals zu treffenden Mafsnahmen und schliefslich auch auf die Fälle eingegangen, unter denen Abweichungen von den vorstehend genannten Vorschriften zulässig sind.

In Abschnitt II werden dann die Bahnfernmeldeleitungen im Einflufsbereich sonstiger Starkstromanlagen behandelt. Zunächst wird wieder der Geltungsbereich der Vorschriften eingegrenzt. Bezüglich der Kreuzungen mit Starkstromanlagen werden nähere Ausführungen zu § 23 der Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen vom 18. November 1921 — Schutz der Bahnleitungen — gemacht, insbesondere wird die Anwendungsweise von Spannungs- und Abschmelzsicherungen gestreift. Hinsichtlich der Parallelführungen (Annäherungen) wird vorläufig auf den in der E T Z Heft 20 vom 17. Mai 1923 abgedruckten Entwurf der »Leitsätze zum Schutze der Fernmeldeleitungen gegen die Beeinflussung durch Drehstromleitungen« hingewiesen. Hiernach als gefährdet anzusehende einfache Fernsprech- und Blockleitungen, die Erde als Rückleitung benützen, müssen im allgemeinen metallische Rückleitung erhalten; für Blockleitungen mit solcher Rückleitung sind weitere Sicherungen meist nicht erforderlich, für Telegraphen- und Läutwerkslinien — auch wenn nur eindrähtig — bedarf es besonderer Vorkehrungen erst dann, wenn Störungen beobachtet wurden.

Bei erfahrungsgemäfs gestörten Fernmeldeanlagen können auch weitere Schutzmafsnahmen im Sinne des Abschnitt I in Frage kommen. Km.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die Palästinabahn.

(Engineering 1923, Bd. 116, Nr. 3004)

Die im Jahre 1916 begonnene Bahn war in erster Linie für die Kriegführung bestimmt. Im Oktober 1920 wurde die Bahn zusammen mit der Strecke Kantara—Rafa (siehe Karte) der Zivilverwaltung für den Betrieb übergeben. Die mit gröfster Eile aufgeführten Kunstbauten haben sich sehr gut bewährt. Die anfänglich ungenügende Entwässerung der Dämme, die in den Wintern 1917/1918 und 1918/1919 gröfsere Dammspülungen verursachte, wurde verbessert. Seit 1920 wurden unter Aufrechterhaltung des Betriebes 20 neue Brücken gebaut. Von 1920—1922 wurden 160 km in Schotter verlegt, der bei Tulkeram gewonnen wurde. Die als behelfsmäfsig ausgeführten Stationsgebäude wurden durch Massivgebäude ersetzt. Zu den seitlich liegenden Truppenplätzen wurden Zweiglinien mit etwa 20 km Länge gebaut. Nach dem Waffenstillstand wurde durch die Suez-Kanal-Kompagnie die Entfernung der Behelfsbrücke über den Kanal verlangt. Es wurde daher die Anlage der Station Kantara-Ost und einer Schiffsbrücke notwendig, auf welcher letzteren die Palästinareisenden zu Fufs die Verbindung mit den Ägyptischen Staatsbahnen hatten. Im Jahre 1922 wurde dann eine Kettenfähre eingerichtet, durch welche auch übergehende Güterwagen auf Pontons übergesetzt werden.

Durch die sehr guten Strafsen, die der Bahn entlang laufen, bedroht der Personenkraftwagenverkehr ernstlich den Personenverkehr auf der Bahn. Die getroffenen Mafsnahmen gewähren eine grofse Sicherheit des Personen- und Güterverkehrs. Die Geschwindigkeit und Pünktlichkeit der Personenzüge wurde zu einer hohen Vollkommenheit gebracht. Wa.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Eisenbetonschwellen auf Nebenbahnen.

(Revue générale des Chemins de fer, 1924, 1. Halbjahr Nr. 2.)
Hierzu Tafel 15.

Um die Ausgaben für die Unterhaltung der Nebenbahnlinien zu vermindern, hat die Compagnie d'Orléans schon vor 13 Jahren auf einigen Strecken ihres Netzes in kleinem Umfang Versuche mit Eisenbetonschwellen gemacht. Da diese Versuche sich nicht auf eine erhebliche Länge erstreckten, wurden 1917 in einem Bogen mit 1000 m Halbmesser der Strecke Siorac—Cazoulès 600 Schwellen eingebaut. Auf dieser Strecke verkehren täglich 6 Züge mit 60 km Geschwindigkeit bei 17 t Achsdruck. Mafsgebend für die Versuche war Sicherheit des Betriebes und Erzielung von Ersparnissen. Nach den hier gemachten günstigen Erfahrungen wurde eine ganze Versuchstrecke in Angriff genommen. Es ist dies die Linie: Hautefort—Terasson mit 21 km Länge, die von Juli 1924 an vollständig mit Eisenbetonschwellen ausgelegt sein wird. Diese neue Versuchstrecke hat Gefälle von 20 ‰, Halbmesser von 300 m. Die Strecke ist ausgerüstet mit amerikanischen Vignolschienen und wird mit 65 km befahren.

Für die Schwellen gibt es vier Formen, die sich in der Befestigungsvorrichtung der Schiene auf der Schwelle gleichen. Diese Vorrichtung (Abb. 1, Taf 15), welche gleichzeitig eine Neuerung darstellt, besteht aus einem Gufsstück, in dem beim Giefsen ein Gewindegang ausgespart wird, der der Schwellenschraube entspricht. Am unteren Ende des Gufsstückes, das in die Schwellen einbetoniert wird, sind zwei flügelartige Ansätze angebracht, auf welchen zwei Rundeisen der Schwellenarmierung aufliegen. Daraus ergibt sich eine gute Verankerung des Gufsstückes in der Schwelle.

1. Form. Schwellen für amerikanische Schienen von 40 kg/m (Abb. 2, Taf. 15), $2{,}40 \times 0{,}30 \times 0{,}16$ m, 12 Rundeisen 9 - 10 mm Durchmesser.

2. Form. Normalschwelle $2{,}40 \times 0{,}25 \times 0{,}15$ m. Untere Armierung 6 ∅ 9; obere Armierung 4 ∅ 10, aufserdem noch 4 Hilfseisen.

3. Form. Kurz- oder Zwischenschwelle für Hauptbahnen $0{,}7 \times 0{,}3 \times 0{,}16$ m. Zur Materialersparung werden zwischen den gewöhnlichen Schwellen derartige Kurzschwellen verlegt. Armierung nur unten. (Abb. 3, Taf. 15.)

4. Form. Kurzschwellen für Stuhlschienen mit Spurstangen. Jedes zweite Schwellenpaar wird mit Spurstangen verbunden.

Art der Verwendung der Schwellen (Abb. 4, Taf. 15):

1. Halbmesser = 300—350 m (Schienen von 10,05 m Länge), 11 Form 1.
2. Halbmesser = 400 m, 12 Form 2.
3. „ = 500 m, 6 Form 1. und 5 Paar Form 3.
4. „ > 500 m, 6 Form 2. und 5 Paar Form 3.
5. Nebengleise bei Schienen von 5,50 m Länge: 6 Paar Form 4, von denen 4 Paar mit Spurstangen verbunden sind.

Für die Unterhaltung rechnet man mit der halben Zahl der jetzt beschäftigten Arbeiter. Die Lebensdauer der Schwellen wird auf 30 Jahre geschätzt. Wa.

Das Wandern der Schienen.

Im Zentralblatt der Bauverwaltung sind aus einer englischen Quelle*) Erhebungen über das Wandern der Schienen wiedergegeben, einer Erscheinung, die für die Unterhaltung des Oberbaues der Eisenbahnen seit Beginn des Bahnbaues stets eine mit Kosten verbundene grofse Belästigung gewesen ist. Die Versuche, diese Längsbewegung der Schienen durch Befestigen auf den Schwellen und besonders an den Stöfsen zu behindern, haben keinen Erfolg gehabt. Die Schwellen wandern entweder mit oder die verbindenden Bauteile werden zerstört.

Diese Umstände haben den bekannten amerikanischen Brückenbauer J. A. L. Waddell veranlafst, ein Rundschreiben mit 16 Fragen betreffend das Wandern an 70 der Haupteisenbahnen von Nordamerika, Kanada und Mexiko zu senden, worauf 49 Antworten ergangen sind. Diese betreffen zusammen 190 Eisenbahnlinien mit

*) Nach Creeping Railroad Rails by J. A. L. Waddell. A. Amer. Soc C. E. Abdruck aus Band 84, Seite 361 (1921). Paper Nr. 1470, 76 Seiten.

ungefähr 350 000 km, also etwa die Hälfte aller Bahnen Nordamerikas. In einem Punkte stimmen alle überein, dafs das Wandern eine sehr ernste Frage sei, die schwer zu lösen ist und nicht nur eine Gefahrenquelle ist, sondern auch grofse Kosten für die Eisenbahnverwaltungen schafft. Einzelne Auszüge aus den Antworten, welche mit Rücksicht auf die Schlufsbetrachtungen von Wichtigkeit sind, sind im folgenden angegeben: In einigen Fällen wanderte die Schiene auf der Westseite des Gleises in der einen Richtung und die Ostschiene in der entgegengesetzten. — Wandern findet auch in den Gleisbögen statt, manchmal wandert die innere, manchmal die äufsere mehr. — Wandern ist gröfser in den Geraden als in Gleisbögen. Die Schiene wandert am meisten, die das gröfsere Gewicht zu tragen hat. — Das Wandern der Westschiene ist gröfser als das der Ostschiene. — Das Wandern ist geringer bei schweren Schienen als bei leichteren. — Von einer Stelle werden die Vorzüge der dreieckigen Schwellen ausgeführt und es wird der Wunsch ausgesprochen, dafs der Untersuchungsausschufs des amerikanischen Eisenbahn-Verbandes sich auch mit der Prüfung dieser Schwellen eingehend befassen möge.

Dieser Ausschufs, der zurzeit mit sehr eingehenden Messungen der Beanspruchung des Oberbaues durch verschiedene Lokomotiven und Geschwindigkeiten beschäftigt ist, hat die merkwürdige Tatsache gefunden, dafs auf der einen, nord-südlichen Versuchslinie die Lokomotive im Stillstand auf beiden Schienen gleiche Spannungen erzeugt, dafs dagegen bei der bewegten Maschine die Spannung auf der rechten Seite stets erheblich gröfser ist. Bei der anderen, ost-westlichen Versuchsstrecke ist bei Ruhebelastung die Beanspruchung beider Schienen gleich, dagegen ist bei Fahrten in beiden Richtungen die südliche Schiene stärker beansprucht. Für die Erklärung dieser Verschiedenheit der Wirkungen bei nord-südlicher Richtung wird bekanntlich die Umdrehung der Erde herangezogen. Dr. Ue.

Bahnhöfe nebst Ausstattung; Lokomotivbehandlungsanlagen.

Verwendung von elektrischen Schleppern zum Gepäcktransport auf französischen Bahnhöfen.

(Revue générale des chemins de fer 1924 1. Halbj., Nr. 4.)

Auf den gröfseren französischen Bahnhöfen werden in den letzten Jahren zum Verbringen von Gepäckstücken und Gütern von einem Bahnsteig zum andern oder von und nach den Gepäckannahme- und Abgabestellen in steigendem Maße kleine elektrische Schlepper verwendet, die leicht zu bedienen sind und bei mäßiger Geschwindigkeit auch auf den von den Fahrgästen benützten Bahnsteigen verkehren. Am 1. Januar 1924 betrug die Zahl dieser Schlepper bei der französischen Ostbahn 11, bei der Nordbahn 15, bei der Paris-Orléans-Bahn 16, bei der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn 30 Stück. Letztere Bahn hat die Verwendung von 26 weiteren Schleppern bereits in Aussicht genommen und auch die Südbahn beabsichtigt deren Einführung.

Die Schlepper werden in 4 Bauarten ausgeführt, die sich jedoch nur wenig voneinander unterscheiden. Sie entwickeln eine Geschwindigkeit von etwa 10 km/Std. bei Leerlauf und von etwa 5 km/Std. mit Schlepplast und besitzen ein vorderes Lenkrad und zwei rückwärtige Triebräder bei 0,910 m Radstand; sie können mit einem Halbmesser von 1,30 m wenden. Zum Antrieb dient ein Stromspeicher aus 25 bis 30 Nickel-Eisen-Zellen mit einer Speicherfähigkeit von 125 bis 150 Ampèrestunden; die Lade- und Entladestromstärke beträgt 45 Ampère, die Ladespannung im Mittel 1,2 Volt für die Zelle. Die Schlepper sind mit einer Fufstrittbremse ausgerüstet, bei deren Anwendung gleichzeitig der Motorstromkreis unterbrochen wird. Der Führersitz ist beweglich und so in Abhängigkeit von der Bremse, dafs das Fahrzeug nicht in Gang gebracht werden kann, solange nicht der Führer seinen Platz eingenommen hat.

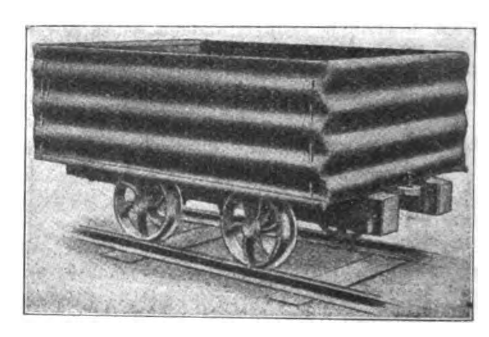
Die Verbindung der Anhängewagen, die anfangs durch einen mit dem einen Wagen fest, mit dem andern gelenkig verbundenen Dreiecklenker versucht wurde, ergab unbefriedigenden Lauf in den Krümmungen. Die Ostbahn und die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn verwenden jetzt zwei Zugstangen, die mit ihren ringförmigen Enden am hinteren Querbalken des vorausfahrenden Wagens gelenkig befestigt sind, und im Zwischenraum sich überkreuzend, in Ösen am vorderen Querbalken des folgenden Wagens eingehängt werden. Die Nordbahn hat das dreieckförmige Verbindungsglied beibehalten, es wird jedoch nicht mit dem Kopfstück des nachfolgenden Wagens, sondern mit einer Verlängerung der Führungsgabel des vorderen Rades des folgenden Wagens gelenkig verbunden.

Die Vorteile dieser Schlepper, die 8 bis 10 Anhängewagen ziehen können, zeigen sich in einer erheblichen Personalersparnis, da zwei Mann zur Begleitung eines Schleppzuges ausreichen, während beim Verschieben von Hand für jeden einzelnen Gepäckkarren zwei Begleiter erforderlich sind. Auch unter Berücksichtigung der Betriebs- und Unterhaltungskosten der Schlepper und bei kürzeren Schleppzügen, die sich nicht immer vermeiden lassen, ergeben sich noch wirtschaftliche Vorteile des Schlepperdienstes im Vergleich mit dem Handbetrieb. Pfl.

„Morris“-Transportwagen aus Wellblech.

(Teknisk Tidskrift Bergvetenskap. 12. IV. 24).

Die Abbildung zeigt einen von Messrs. Robert Morris & Co. Bolton, Lancs in England ausgeführten Wagen, der in den letzten Jahren grofse Verbreitung gefunden hat. Nach Angaben in The Iron & Coal Trades Review vom 17. Februar sollen nicht weniger als 80 000 Stück in England schon im Gebrauch sein. Wie man sieht, ist der Wagenkasten aus Wellblech ausgeführt, das natürlich bedeutend steifer ist als ein glattes Blech von gleichem Gewicht.



Aufserdem hat es den Vorteil, dafs die Wirkung ausgeübter Schläge und Stöfse örtlich eingeschränkt bleibt, während bei einem ebenen Blech ein Schlag sich über eine gröfsere Fläche erstreckt. Durch ein besonders geschütztes Verfahren kann die ohne Erwärmung ausgeführte Riefelung sich auch um die aufgebogenen Ecken herum erstrecken, ohne dafs das Blech deshalb an dieser Stelle dünner wird. Dadurch werden die Ecken sehr stark, so dafs der Wagenkorb keine weitere Versteifung braucht. Der Wagenkorb besteht aus 5 Blechen, 4 Bolzen und 4 Splinten. Er bedarf zu seiner Zusammenfügung keine Nieten, sondern die Arbeit kann von einer Person angeblich innerhalb 5 Minuten ausgeführt werden. Dr. S.

Lokomotiven und Wagen.

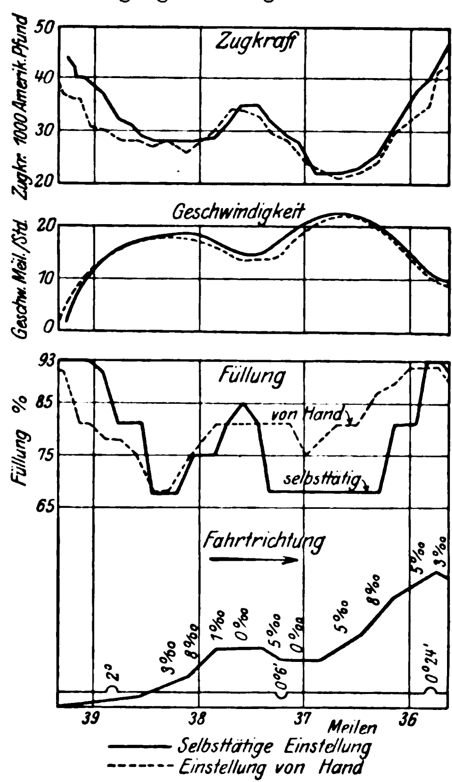
Selbsttätige Einstellung der Füllung bei Lokomotiven.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 21.)

Während bei ortsfesten Dampfmaschinen die Füllung fast allgemein selbsttätig geregelt wird, hat man im Lokomotivbetrieb bisher noch immer an der Einstellung durch den Lokomotivführer festgehalten, wie sie schon bei den ersten Lokomotiven üblich war. In Amerika bringt nun die Transportation Devices Corporation in Indianopolis (Ind.) eine Vorrichtung auf den Markt, die den Füllungsgrad bei Lokomotiven selbsttätig regeln soll. Die in Amerika übliche Kraftumsteuerung mit Druckluft stellt sich dabei selbsttätig nach dem in den Zylinder-Ausströmkanälen herrschenden Druck ein. Der Hauptteil der Vorrichtung, der Steuerschalter, ist über der Kraftumsteuerung in einen Kasten der vor dem Umsteuerventil sitzt, eingebaut. Der Steuerschalter ist mit den vier Zylinder-Ausströmkanälen durch ein einzölliges Rohr verbunden. Durch dieses Rohr wirkt der Blasrohrdruck auf einen mit dem Steuerschalter verbundenen Druckregler und zugleich auch auf einen im Führerhaus angebrachten Druckmesser. Ein zweites Rohr verbindet den Steuerschalter mit dem Hauptluftbehälter, aus welchem die zum Umsteuern erforderliche Druckluft entnommen wird. Da sich nach der Quelle bei Versuchen für jede Lokomotive entsprechend ihrer Bauart ein bestimmter gleichbleibender Blasrohrdruck ergeben haben soll, mit dem sie bei allen Geschwindigkeiten jeweils die gröfstmögliche Zug-



kraft entwickelte, wird nun hier der Blasrohrdruck gleichmäfsig gehalten, indem man die Füllung vergröfsert, wenn die Geschwindigkeit abnimmt und umgekehrt sie verkleinert, wenn die Geschwindigkeit wächst. Ändert sich der Kesseldruck infolge von Geschwindigkeitswechseln, so pafst sich die Füllung ebenfalls sofort an. Ein feststehender Zeiger zeigt diesen für die jeweils gröfste Zugkraft erforderlichen Blasrohrdruck auf dem Druckmesser im Führerhaus an, während ein anderer, beweglicher Zeiger den jeweils tatsächlich vorhandenen Druck angibt. Sobald der oben erwähnte Blasrohrdruck für eine Lokomotive bestimmt worden ist, wird der Druckregler für ihn eingestellt. Eine zweite Einstellung richtet sich nach der kleinsten im Betrieb erforderlichen Zugkraft. Zwischen diesen beiden Endstellungen kann dann der Führer vermittels eines Zeigers, der im Führerhaus neben dem Druckmesser auf derselben Tafel angebracht ist, jede gewünschte Einstellung für eine beliebige Zugkraft vornehmen. Bei Regleröffnungen von weniger als 60% ist indessen die selbsttätige Einstellung ausgeschaltet und auch bei gröfseren Öffnungen liegt es im Ermessen des Führers, nach Umstellen eines Handrads, das ebenfalls auf der erwähnten Tafel im Führerhaus sitzt, selbst die Füllung zu bestimmen. In Notfällen kann die Selbsteinstellung auch durch einen Fufshebel ausgeschaltet werden. Ein Wechselschild mit den Anschriften „Hand“ und „Auto“, das in einem Schlitz des Druckmessers erscheint, zeigt dem Führer an, wie die Steuerung bedient wird. Der eigentliche Umsteuerhebel im Führerhaus mufs einerseits für Handbedienung geeignet sein und andererseits jederzeit der selbsttätigen Einstellung nachgeben können. Zu dem Ende ist seine Einklinkteilung auf einer runden Scheibe angebracht. Bei Handbedienung hält ein kleiner unter der Scheibe sitzender Zylinder mit seinem Kolben diese fest, bei der selbsttätigen Einstellung dagegen ist der Teilkreis frei beweglich und erlaubt damit dem eingeklinkten Hebel allen Steuerbewegungen zu folgen.



Der Steuerschalter spricht auf Änderungen des Blasrohrdruckes von 0,07 at an, könnte jedoch auch für eine Empfindlichkeit von 0,02 at eingerichtet werden. Die Höhe des eingestellten Blasrohrdrucks soll für den Vorgang ohne Bedeutung sein; der Führer kann ihn durch den oben erwähnten Zeiger nach Belieben für die vorhandene Belastung einstellen. Schliefst der Führer den Regler, so bleibt die Steuerung in der betreffenden Stellung stehen, geht also nicht in die Endstellung über.

Wenn man nun auch zugeben mufs, dafs die geschilderte Umstellvorrichtung für den Führer eine gewisse Entlastung bedeuten mag, so darf man doch andererseits ihren Wert nicht überschätzen. Einmal scheint die Vorrichtung schon auf einer falschen Voraussetzung aufgebaut zu sein. Die Lokomotive ist meist viel ungleichmäfsiger beansprucht als eine ortsfeste Kraftanlage; sie ändert ihre Geschwindigkeit und ihre Zugkraft und schliefslich auch noch die von diesen beiden abhängige Leistung fast dauernd, d. h. es ist kein geeigneter Ausgangspunkt für eine selbsttätige Regelung bei ihr vorhanden. Wenn im vorliegenden Fall die Zugkraft als solcher gewählt worden ist, so kann sie sich nur auf kürzeren Streckenabschnitten hierfür eignen. Denn diese Art der Regelung läuft, wie die Diagramme der Textabbildung zeigen, letzten Endes darauf hinaus, dafs bei abnehmender Zugkraft die Geschwindigkeit steigt und umgekehrt, dafs also die Leistung stets annähernd die gleiche bleibt. Eine solche gleichbleibende Leistung läfst sich indessen bei Lokomotiven aus praktischen Gründen nicht immer durchhalten, weil man die Geschwindigkeit nicht entsprechend den Schwankungen der Zugkraft unbegrenzt ändern kann. Immerhin mag die Vorrichtung geeignet sein, dem Führer auf Teilstrecken die Einstellung der Steuerung abzunehmen. Kommen dann gröfsere Leistungsänderungen in Betracht, so mufs eben der den kritischen Blasrohrdruck regelnde Zeiger neu eingestellt werden. Ein Nachteil der Steuerung ist weiter die oben erwähnte Tatsache, dafs beim Schliefsen des Reglers die Steuerung sich nicht selbsttätig auslegt. Diese Arbeit mufs der Führer demnach noch von Hand besorgen. Ob aber ein Führer, dem ein Teil der Arbeit abgenommen ist und der sich daran gewöhnt hat, der Steuerung wenig Aufmerksamkeit zu schenken, zur gegebenen Zeit von Hand eingreifen wird, ist zweifelhaft. Endlich scheint es aber auch noch nicht sicher, ob die Vorrichtung bei ihrer Vielteiligkeit und der ihr anhaftenden Empfindlichkeit auch im Dauerbetrieb genügend betriebssicher arbeiten wird.

Man hat allerdings in Amerika schon Versuche mit der neuen Einrichtung angestellt, die sehr befriedigt haben sollen. Die Textabbildung zeigt Diagramme einer solchen Versuchsfahrt, die sich aber, vielleicht aus dem oben angegebenen Grund nur über eine kurze Strecke ausdehnen. Man ersieht aus ihnen, dafs sich die Selbsteinstellung viel mehr der Zugkraft angepafst hat als die Einstellung von Hand. Es waren bei ihr auch die Zugkraft und die Geschwindigkeit höher als bei letzterer. Bei anderen Versuchen über eine Strecke von 47 km Länge erzielte man mit der Selbsteinstellung wesentlich bessere Verdampfung bzw. kleineren Kohlenverbrauch als bei Betätigung von Hand. Die Ergebnisse dieser Fahrten sind in der nachstehenden Zusammenstellung wiedergegeben:

	Fahrt 1	Fahrt 2	Fahrt 3	Fahrt 4
Einstellung der Füllung . . .	von Hand	selbsttätig	von Hand	selbsttätig
Zuggewicht . . . . . t	3250	3350	3375	3375
Fahrzeit ohne Aufenthalt Min.	158	176	171	169
Fahrzeit mit Aufenthalt . „	297	334	357	397
Durchschn.Geschw. ohne Aufenth. km/Std.	17,8	16,1	16,5	16,7
Mittlerer Dampfdruck . at	13,4	13,7	13,5	13,6
Verfeuerte Kohle . . . kg	6670	6200	7100	5880
Dampferzeugung . . . kg	41250	42000	43300	43700
Verdampfungsziffer	6,19	6,76	6,10	7,45

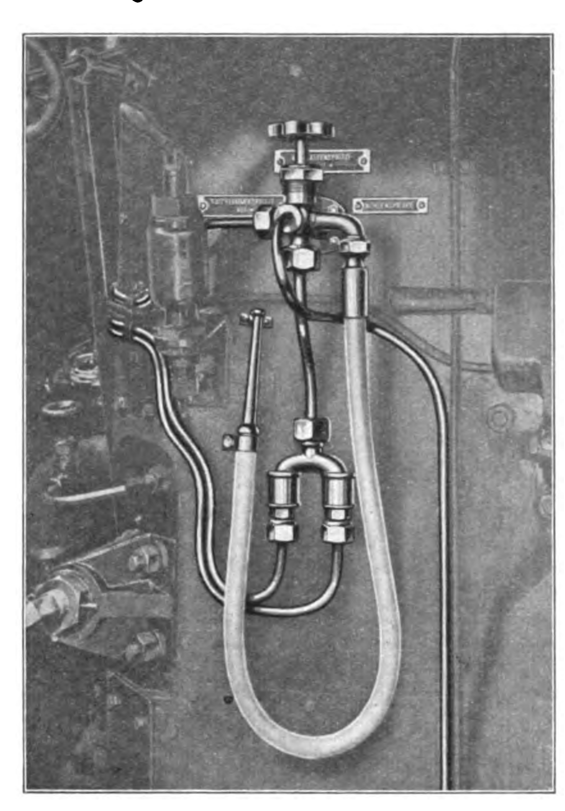
Ob bei diesen längeren Fahrten auch Eingriffe des Führers nötig waren, ist in der Quelle leider nicht gesagt. Wenn man aber heute schon in Amerika von der neuen Einrichtung gröfsere Vorteile erwartet, wie etwa Verringerung der zum Wasserfassen nötigen Aufenthalte, gleichmäfsigere Feuerbedienung wegen des gleichmäfsigeren Zuges, Vermeidung von Stöfsen im Triebwerk auf Grund des gleichbleibenden Gegendrucks und schliefslich vor allem eine vergröfserte Betriebssicherheit, so wird man diesen Hoffnungen solange mit Zweifeln gegenüber stehen müssen, bis genauere Ergebnisse aus längerem Betrieb vorliegen. R. D.

Nässevorrichtung »Bauart Dilling« für Lokomotiven.

Um die Vielzahl der an den Lokomotiven angebrachten Ausrüstungsteile zu vermindern, wurden bei einer gröfseren Zahl Lokomotiven der D. R. B. die Verteilungsstellen für von den Kesselspeiseeinrichtungen geliefertes Heifswasser zum Nässen von Kohlen, Aschkasten und Rauchkammer zu einem einzigen Verteilungskopf „Bauart Dilling“ vereinigt. Er besitzt im unteren Teil ein Doppel-



rückschlagventil mit 2 Eintrittsstutzen für die beiden Speiseeinrichtungen. Das von der jeweils speisenden Pumpe eintretende Wasser hebt die Kugel des entsprechenden Ventils von ihrem Sitz und stellt damit die Verbindung mit dem oberhalb des Rückschlagventils befindlichen Vierweghahn her. Durch das von der einen Seite eintretende Wasser wird die Kugel des anderen Ventils auf ihren Sitz gedrückt und damit die nicht speisende Leitung selbsttätig abgeschlossen. Das von dem Rückschlagventil kommende Wasser tritt von unten in den



Vierwegehahn ein und wird durch einfaches Drehen des Handrades den drei Verbrauchstellen zugeleitet. Der auf dem Handrad befindliche Pfeil zeigt mit seiner Spitze, welche mit der seitlichen Austrittsöffnung des Hahnkükens übereinstimmt, nach der Richtung, nach welcher die Wasserleitung geöffnet ist. Bei der Abschlufsstellung zeigt die Pfeilspitze nach der Befestigungsflansche, beim Rauchkammernässen nach links, beim Kohlennässen nach rechts und beim Aschenässen nach vorn.

Die Hauptvorteile der Einrichtung sind: übersichtliche Anordnung, bequeme Handhabung, Ersparnis von Kohlenspritzschläuchen, da der Schlauch nur mit seinem Ende gehoben zu werden braucht. In zwei Jahren sind über 8000 Lokomotiven mit der neuen Nässevorrichtung ausgerüstet worden.

Die Wirkung der Wagenkipper auf die Güterwagen.

(Zeitschr. des Vereins deutsch. Ing. 1924, Heft 16.)

Die Entwicklung der Eisenbahnwagenkipper von ihrer einfachsten Form, Kippbühne mit festen Endpuffern (Prellböcken) zu ihrer jetzt allgemein angewendeten Bauart mit Achsangriff hat wohl die beabsichtigte Beschleunigung der Massenentladung gebracht, aber gleichzeitig durch die Art des Angriffs zu einer unzulässigen Beanspruchung einzelner Wagenteile geführt. Die Quelle errechnet für den ungünstigsten, aber nicht seltenen Belastungsfall — Öffnen des Bordklappenverschlusses erst bei der Hubendstellung der Kippbühne von 45° — bei einem Wagen von 20 t Lade- und 8 t Eigengewicht die Biegungsbeanspruchung der festgehaltenen Achse zu 1916 kg/qcm, der zugehörigen Federn zu 80,8 kg/qmm und der Achsgabeln zu 2123 kg/qcm.

Um diesem Übelstande abzuhelfen, liegt es nahe zu der Bauweise mit Endpuffern zurückzukehren, weil hier die auftretenden Kräfte mit Ausnahme der senkrechten Komponenten durch die Wagenpuffer aufgenommen werden. Die Forderung, dafs die Wagen zur Beschleunigung der Entladefolgen nach der Entleerung in der ankommenden Richtung weiterrollen können, ist durch umlegbare Endpuffer zu erfüllen. Derartige Konstruktionen sind zwar schon ausgeführt, ihre Zweckmäfsigkeit wird aber dadurch beeinträchtigt, dafs ihre Teile im Ruhezustand über das Planum hervorragen.

Zur Beseitigung auch dieses Nachteiles schlägt der Verfasser eine in der Quelle näher beschriebene Konstruktion vor. Die Endpuffer sind hier drehbar um den Zapfen der Bühne gelagert und zum selbsttätigen Übergang in die Betriebsstellung nach Lösen des Sicherungshakens mit Gegengewichten versehen. In der Ruhestellung ragen ihre Teile nicht über S. O. hervor. Bei Anwendung dieser Bauart ergibt sich für den angeführten Belastungsfall für die Vorderachse eine Beanspruchung von 685 kg/qcm. Die Achsgabeln sind vollkommen entlastet. Ro.

Laufschienen und Randauflagen für unterteilte Drehscheiben und für Schiebebühnen.

(Berichtigung).

Bei der hierüber im „Organ" 1924, Heft 4, S. 82, erschienenen Veröffentlichung unterblieb versehentlich der Hinweis auf die Quelle. Abgesehen von dem in der Veröffentlichung angezogenen Erlafs des R. V. M., Z. B. (nicht der Hauptverwaltung) diente der Aufsatz in Glasers Annalen, Band 93, Heft 3, von Oberregierungsbaurat Reutener als Unterlage.

Verschiedenes.

Die Verkehrstechnik auf der Kölner Messe.

Auf der Kölner Messe, die am 21. Mai 1924 zu Ende ging, war auch das Verkehrswesen durch Ausstellung von Einzelteilen für Eisenbahnbedarf, sowie von Fahrzeugen vertreten; eine besondere Abteilung für Verkehrswesen war jedoch nicht eingerichtet. An Lokomotiven waren ausgestellt: Zwei Tenderlokomotiven der Maschinenfabrik Humboldt von 42 t bzw. 101,75 t Dienstgewicht, normalspurig nach den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn erbaut. Die Motorenfabrik Deutz machte auf eine neue, noch im Bau befindliche Motorlokomotive aufmerksam, die mit „Lenz"-Getriebe ausgerüstet werden wird; auch eine Deutz-Oberurseler Motorlokomotive war ausgestellt. Krupp war durch eine schmalspurige, zweifach gekuppelte Abraumlokomotive vertreten.

An Wagen waren zu sehen: Ein vierachsiger, elektrischer Triebwagen für den Vorortverkehr mit 31 Sitzen und 36 Stehplätzen, der einer Lieferung von 24 Wagen für Norwegen entnommen und von Van der Zypen und Charlier erbaut war. Die gleiche Firma hatte ferner noch einen normalspurigen zweiachsigen Kippwagen für Kies- und Stückgutbeförderung für 9 t Nutzlast, einen normalspurigen zweiachsigen Selbstentlader für 21 t Nutzlast mit trichterförmigem Boden und einen normalspurigen zweiachsigen Wagen für Kohlenstaubbeförderung zur Schau gestellt. Letzterer hat eine Länge von 8800 mm über die Puffer, 5050 mm Radstand, 2940 mm gröfste Breite, 4240 mm gröfste Höhe über S. O. Der Fassungsraum ist 30 cbm, das Leergewicht etwa 14 t, das Ladegewicht 15 t. Die Behälter für die Staubkohle sind aufrechtstehende Zylinder, an die oben und unten kegelförmig Verjüngungen angesetzt sind. Die Beladung erfolgt durch Einschütten in Füllöffnungen, die im oberen Teil angebracht und von einer durch eine Leiter zugänglichen Bühne aus bedient werden. Das Entladen erfolgt mit Hilfe von Druckluft von 3 at Druck.

Die Waggonfabrik Uerdingen hatte ebenfalls einen Selbstentlader für leicht backendes und brückenbildendes Material ausgestellt, der sich durch den Einbau einer schwenkbaren Wand auszeichnet. Hierdurch werden im Wageninnern zwei Abteilungen gebildet, deren Querschnitt sich nach unten vergröfsert.

Weitere Ausstellungsgegenstände bildeten Muldenkipper verschiedener Bauart von Krupp, sowie von Henschel & Sohn, elektrische Transportkarren, Kleinbahneinrichtungen und zahlreiche Einzelteile verschiedener Fabriken. a. d. „Verkehrstechnik". Pfl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Abb. 3a bis 3d. Kurzschwelle aus Eisenbeton für Hauptbahnen.

3 a. Ansicht. (170, 700)

3 b. Draufsicht. (300)

3 c. Horizontalschnitt.

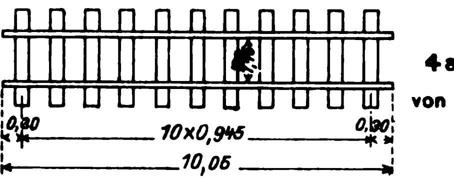
3 d. Querschnitt. (300, 170)

Abb. 2a und 2b. Eisenbetonschwellen für amerikanische Schienen von 40 kg/m. Gewicht.

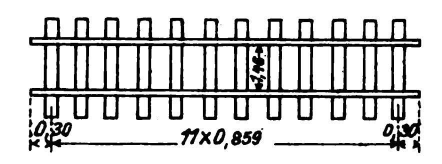
2 a. Draufsicht. (0,30, 2,40)

2 b. Querschnitt. (0,16, 0,30)

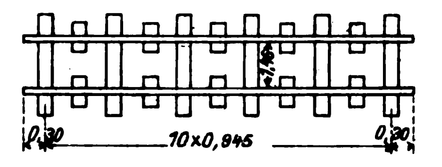
Abb. 4a bis 4e. Verwendung der Schwellen aus Eisenbeton.



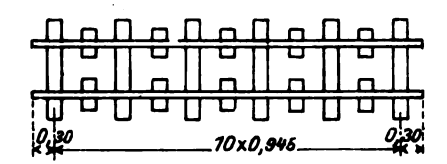
4 a. Halbmesser von 300-350 m.



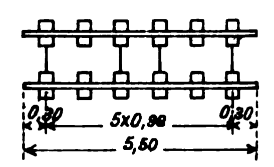
4 b. Halbmesser bis 400 m.



4 c. Halbmesser bis 500 m.



4 d. Halbmesser über 500 m und Gerade.



4 e. Nebengleise mit 5,5 m langen Schienen.

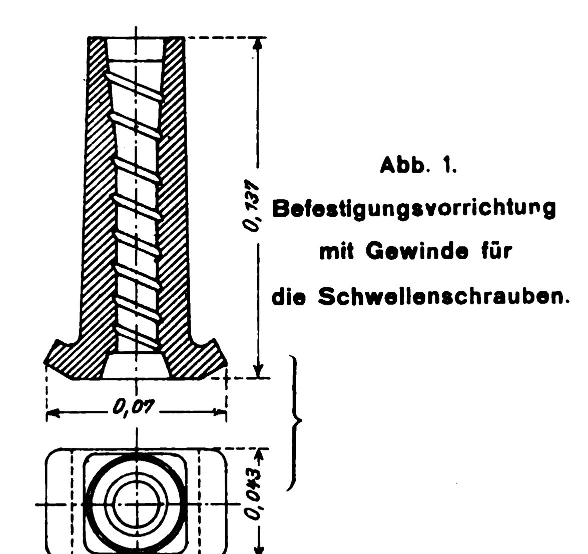


Abb. 1. Befestigungsvorrichtung mit Gewinde für die Schwellenschrauben.

Abb. 1 bis 4. Eisenbetonschwellen auf Nebenbahnen.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C.W.Kreidel's Verlag. Berlin.

ELEKTRISCHER BAHNBETRIEB

1924 — HEFT 9/10

ORGAN FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.



Haniellueg

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang **30. August 1924** **Heft 9/10**

Das vorliegende, die Nummern 9 und 10 umfassende Doppelheft

Elektrischer Bahnbetrieb

ist als Fachheft der Darstellung des auf diesem Sondergebiet des Eisenbahnwesens bis jetzt erreichten Standes gewidmet. Es soll vor allem einen Überblick über den Umfang des elektrischen Vollbahnbetriebs geben; die Einrichtungen für elektrische Zugförderung im Gebiet des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, sowie der für die Elektrisierung besonders wichtigen übrigen Länder werden in Wort und Bild in eingehenderer Weise vorgeführt; auch für die Elektrisierung maßgebende Vor- und Grundfragen werden in manchen Aufsätzen berührt. Daneben enthält das Heft noch einige, vorwiegend den auf dem Gebiet der elektrischen Zugförderung tätigen Fachmann interessierende Abhandlungen.

Die Frage der elektrischen Zugförderung wird zur Zeit in fast allen Eisenbahnländern erörtert; manchenorts werden noch Vorerhebungen angestellt und Pläne ausgearbeitet, in der Schweiz, die allerdings durch die Natur dazu vorzugsweise begünstigt ist, schickt sich die neue Betriebsart an, die Alleinherrschaft gegenüber dem Dampf zu erringen; eine Zunahme der elektrisch betriebenen Strecken ist fast überall zu beobachten. Die Frage begegnet allenthalben regstem Interesse und wird auch bei der Ende September in Berlin stattfindenden ***Eisenbahntechnischen Tagung*** *einen breiten Raum einnehmen. Wir glauben daher, mit dem vorliegenden Hefte einem allgemeineren Bedürfnis zu entsprechen.*

Die Schriftleitung.

Die neuen elektrischen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn.

Von **Otto Michel**, Regierungsbaurat des R. V. M., Z B München.

Allgemeines.

Die Deutsche Reichsbahn gab in den Jahren 1922 und 1923 insgesamt 138 neue elektrische Lokomotiven in Auftrag. Diese neuen Lokomotiven werden benötigt für die Elektrisierung der Garmischer- und Holzkirchner Liniengruppe, sowie für die Elektrisierung der Strecken München—Regensburg und München—Herrsching, schliesslich noch für die Erweiterung der elektrischen Zugförderung auf den Strecken der Direktionen Breslau und Halle.

In Berücksichtigung der Streckenverhältnisse der einzelnen Reichsbahndirektionen und der Bedürfnisse des Betriebes wurden folgende Einheitsgattungen gewählt:

1. Schwere Schnellzuglokomotive der Achsfolge 1 A A A A 1
2. Flachlandschnellzuglokomotive » » 2 C 2
3. Schwere Personenzuglokomotive » » 2 B B 2
4. Leichte Personenzuglokomotive » » 1 C 1
5. Leichte Güterzuglokomotive » » 1 B-B 1
6. Schwere Güterzuglokomotive » » C-C
7. Für die betrieblich schwierige Gebirgsstrecke Reichenhall—Berchtesgaden wurden Lokomotiven der Gattung 2 D 1 vergeben, die für Personen- und Güterzüge in gleicher Weise geeignet sind, und in der Leistung den leichten Güterzuglokomotiven 1 B-B 1 gleichkommen.

Auf die einzelnen Gattungen und Lieferfirmen verteilen sich die Lokomotiven wie folgt:

Lfd. Nr.	Lokomotiv-Gattung	Vergeben				Ausführung	
		ins-gesamt	für Bayern	für Breslau u. Halle	im Jahr	elektrischer Teil	Wagen-teil
1	Schwere Schnellzugl. 1 A A A A 1	10	10	—	1922	B B C	Krauss
2	Flachland-Schnellzugl. 2 C 2	5	—	5	„	Bergmann	B M A G
3	Schwere Personenzugl. 2 B B 2	35	35	—	1922	A E G / S S W	Maffei
4	Leichte Personenzugl. 1 C 1	19	19	—	„	B B C	Maffei
5	Leichte Güterzugl. 1 B-B 1	37	25	12	„	Bergmann / M S W	Krauss / B M A G
6	Schwere Güterzugl. C-C	30	16	14	„	A E G / S S W	A E G / Krauss
7	Leichte Güterzugl. 2 D 1	2	2	—	1923	Pöge	Maffei

Die Leistungen der vorgenannten Lokomotiven sind ebenso wie alle wichtigen Einzelangaben in der Zusammenstellung Seite 180/181 enthalten.

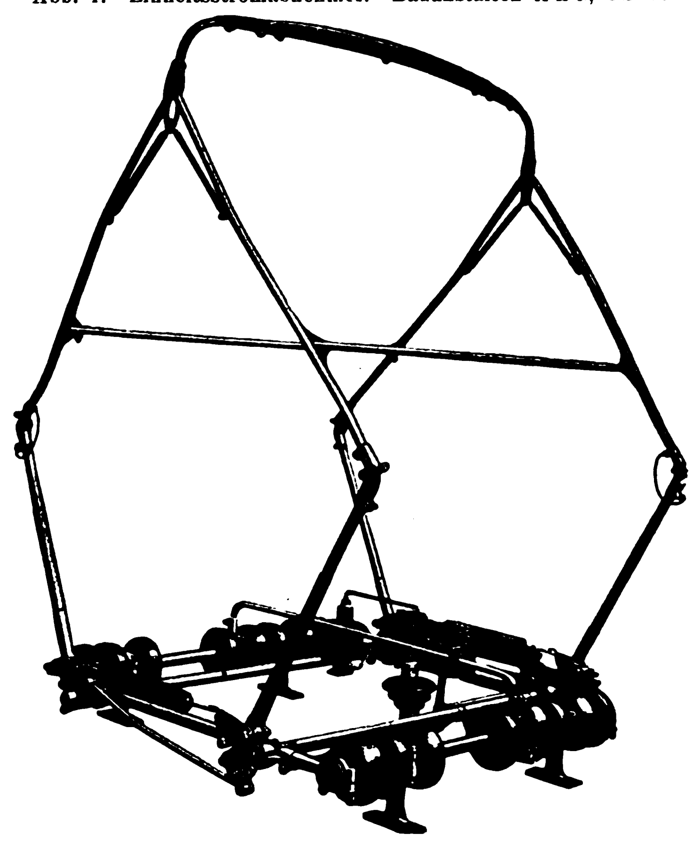
Elektrische Ausrüstung.

Für sämtliche Lokomotiven werden folgende Teile der elektrischen Ausrüstung in gleicher Bauart ausgeführt: Die Stromabnehmer, der Ölschalter, die Motorluftpumpe, bestimmte Teile der Druckluftausrüstung und eine Reihe von elektrischen Apparaten. Hierzu sei im einzelnen bemerkt:

Die Stromabnehmer (Abb. 1). Auf vier Böcken ruht unter Zwischenschaltung einer doppelten Isolation aus Doppel- und Einfach-Glockenisolatoren das Untergestell. Die zwei durch Stangen gekuppelten Hauptwellen sind in Kugellagern gelagert und tragen die Unterrahmen der Schere, mit denen die geschweissten Oberrahmen gelenkig verbunden sind. Das Scherengestell trägt oben einen durch vier Federn geleiteten Schleifstückträger, der das W-förmige aus Aluminium hergestellte Schleifstück aufnimmt. Das Gewicht des Stromabnehmers ist durch zwei an den beiden Längsseiten angebrachte regulierbare Wickelfedern ausgeglichen. Zum Aufrichten des

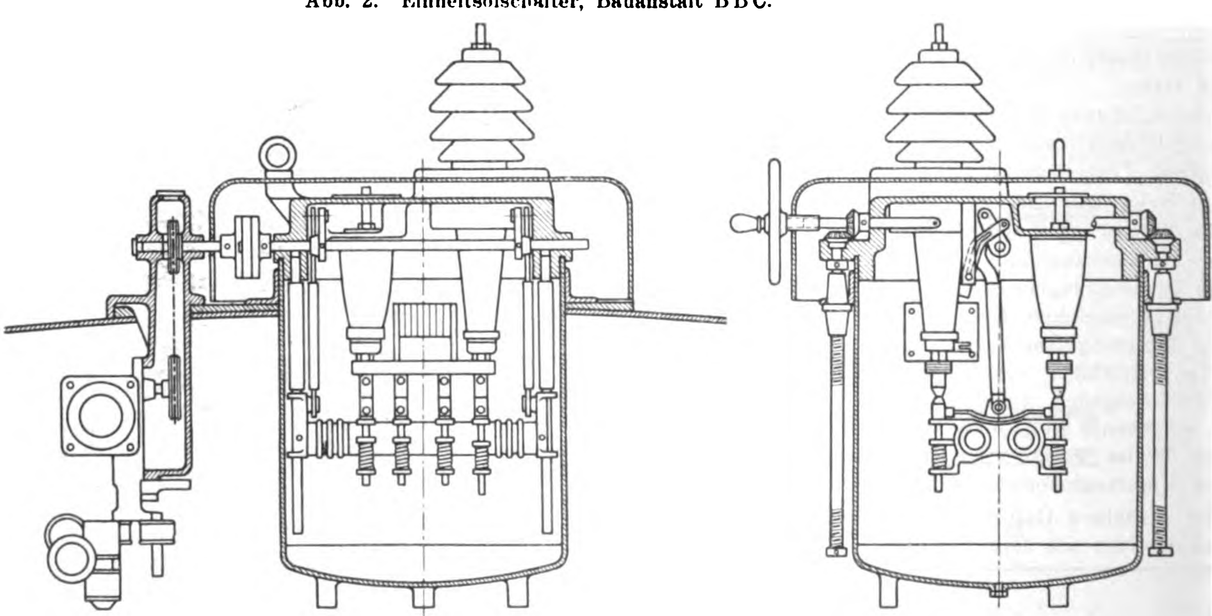
Stromabnehmers und zur Erzeugung des notwendigen Anpressungsdruckes dient ein Luftzylinder, dessen Kolbenstange eine dritte Feder anspannt, die hinwiederum auf eine der

Abb. 1. Einheitsstromabnehmer. Bauanstalten AEG, SSW.



Hauptwellen wirkt. Mit der Kolbenstange ist ein Abschalter verbunden, so dafs sich der Stromabnehmer beim Niederlegen von selbst von der Hochspannungsleitung trennt. Auf dem

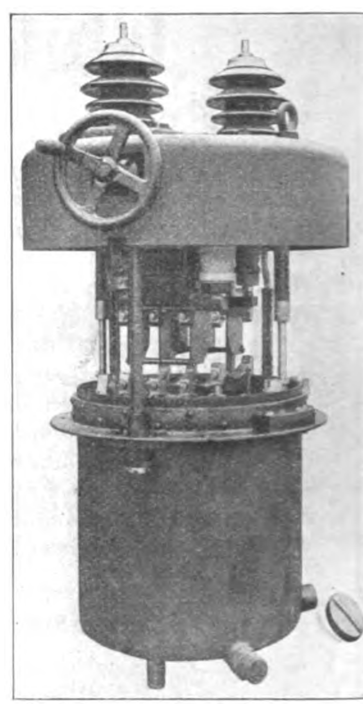
Abb. 2. Einheitsölschalter, Bauanstalt BBC.



Untergestell können noch je zwei weitere Doppelglockenisolatoren für eine zweite durchgehende Hochspannungs-Verbindungsleitung angebracht werden. Die Isolation der Luftzuführung erfolgt durch zwei besondere Isolatoren.

Der Raumbedarf eines Stromabnehmers beträgt in der Länge 3,15 m, in der Breite 2,10 m. Die Bügelbreite ist unter Zugrundelegung einer normalen Stützpunktentfernung der Fahrleitung von rund 80 m auf 2100 mm festgesetzt; das Aluminiumschleifstück ist 1300 mm lang; an dieses schliefsen zu beiden Seiten noch zwei je 250 mm lange Auflaufstücke aus Messing an. Der Stromabnehmer ist gebaut für eine höchste Fahrdrahtlage von 6,5 m und für eine tiefste Lage von 4,81 m über S. O. Die gröfste Steighöhe beträgt 6,7 m über S. O. Bei einem Überdruck der Druckluft von 3,5 at arbeitet er noch sicher. Der senkrechte Anpressungsdruck des Schleifbügels wird so eingestellt, dafs er beim Steigen des Bügels 3 kg nicht unterschreitet und beim Senken 6 kg nicht übersteigt. Die Durchbildung und der Bau der Stromabnehmer wurde den Firmen Siemens-Schuckert-Werke und Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft übertragen.

Abb. 3. Ölschalter, hochgekurbelt.



Der Ölschalter (Abb. 2 und 3). Bei den bisherigen Lokomotiven wurde der Ölschalter durchwegs in einer besonderen Hochspannungskammer untergebracht. Die mit Ölschaltern vorgenommenen Versuche und die praktischen Betriebserfahrungen liefsen es zweckmäfsig erscheinen, die Schalter in druckfeste Ölkessel und diese Kessel unmittelbar auf dem Dach fest einzubauen. Während es früher üblich war, zur Nachschau und Ausbesserung den Kessel herabzulassen, mufste jetzt dazu übergegangen werden, den Schalter selbst auf dem Dach in die Höhe zu kurbeln. Diese Mafsnahme konnte unbedenklich getroffen werden, da es erfahrungsgemäfs niemals Aufgabe des Personals sein kann, während der Fahrt etwa Unregelmäfsigkeiten im Hochspannungsölschalter zu beheben und diese Arbeiten der Werkstatt vorbehalten bleiben müssen. Zum Arbeiten ist auf dem Lokomotivdach auch mehr Platz

vorhanden als in den gewöhnlich ziemlich engen Hochspannungskammern, die zudem noch mit weitgehenden Sicherheitsvorkehrungen, wie Verriegelungen usw., geschützt werden mufsten und nunmehr in Wegfall kommen können.

Der Ölkessel ist aus 10 mm starkem Kesselblech von 35—41 kg pro qmm Festigkeit gebaut und nach dem altbewährten Wassergas-Schweifsverfahren der Firma Pintsch geschweifst. Mit einem am Kessel angebrachten Winkelring wird der Kessel an einer am Dach aufgesetzten Grundplatte befestigt. Der eigentliche Ölschalter besteht aus einem Graugufsdeckel, an den zwei einheitlich ausgebildete mit vier Schirmen versehene Durchführungsisolatoren angebracht sind; an dem Einführungsisolator wird im Innern des Schalters ein Stromwandler für das Maximal-Relais eingebaut. Die Durchführungsisolatoren tragen mit zwei Stützisolatoren eine Platte, auf der die Kontaktklötze befestigt sind. Im ganzen sind acht Unterbrechungskontakte vorhanden, zwei Kontakte erhalten eine Voreilung; zwischen diesen sind Schutzwiderstände eingebaut. Die beweglichen Kontakte sitzen auf zwei Rohren aus Bituba und werden durch die im Deckel gelagerte Welle mit Exzenter angeprefst. Der Deckel ist mit zwei Explosionsöffnungen versehen.

Zur Betätigung des Ölschalters dient eine in der Grundplatte gelagerte Antriebsvorrichtung. Der Ölschalter kann durch Vermittlung des Luftzylinders durch einen Luftstofs vom Führerbügelhahn oder von Hand eingeschaltet werden. Die Übertragung von der Einschaltvorrichtung nach der Welle erfolgt durch eine Kette, deren Spannung leicht eingestellt werden kann. An der Antriebsvorrichtung sind die Auslöseeinrichtungen angebracht und zwar

a) ein Nullspannungsauslöser,
b) ein Höchststromauslöser der vom Stromwandler am Einführungsisolator gespeist wird,
c) ein Auslösemagnet, der durch den Kontakt des Führerbügelhahns oder durch die Höchststromauslöser des Motoren- und des Heizstromkreises betätigt werden kann. Der Auslösemagnet ist gebaut für 24 Volt Gleichstrom und für 18 Volt Wechselstrom. Die Auslösung des Ölschalters ist freilaufend, d. h. solange ein Kurzschlufs vorhanden ist, wird der Ölschalter auch beim Einschaltversuch wieder ausschalten.

Senkrecht zur Einschaltwelle ist die Welle zum Hochkurbeln angeordnet. Über den Deckel ist zum Schutz gegen Schnee eine Haube aufgesetzt.

Für den Ölschalter, der in seinen Einzelheiten von der Firma Brown-Boveri Mannheim entworfen und geliefert wurde, ist eine Schaltleistung von 100 000 KVA gewährleistet.

Die Luftpumpe mit Motor. Sämtliche Lokomotiven werden mit einer zweistufigen vierzylindrigen Motorluftpumpe Bauart Knorr ausgerüstet, die bei 200 Umdrehungen in der Minute 90 cbm Luft, bezogen auf einen Barometerstand von 760 mm und 0° C., gegen 7 at Überdruck stündlich fördert. Der Antriebsmotor ist für eine Dauerleistung von 20 PS bei 1000 Umdrehungen, 200 V und $16^2/_3$ Perioden gebaut und wird einheitlich von der Firma Bergmann Elektrizitätswerke Berlin geliefert. Zwischen Motor und Kompressor ist ein Zahnradvorgelege eingebaut.

Druckluftausrüstung bestehend aus den Luftsaugern, den Ölabscheidern, Rückschlagventilen, Luftdruckreglern, der Handluftpumpe, den Führerbügelventilen, Dreiwegventilen für Hand- und Motorluftpumpen, sowie dem Bügeleinstellventil. Die grundsätzliche Anordnung der Apparate zur Druckluftbügelbetätigung geht aus Abb. 9, Taf. 20 hervor.

Besonders erwähnt möchte werden, dafs infolge des Nullspannungsauslösers der Ölschalter erst eingeschaltet werden kann, wenn mindestens ein Bügel an Spannung angelegt ist; andererseits können durch den Führerbügelhahn die Bügel nur gesenkt werden, wenn zuerst der Ölschalter ausgeschaltet ist. Letzteres wird durch einen Kontakt im Führerbügelhahn bewirkt, der vor der Freigabe des Luftaustritts den Ölschalter ausschaltet.

Einzelapparate. Von den kleineren Apparaten wurden vereinheitlicht die Mefsinstrumente, die Thermometer für die Temperaturmessung des Transformatorenöles (Schäffer u. Budenberg), Geschwindigkeitsmesser (Deuta), Ölpressen (Bauart Bosch), Handschalter für Luftpumpen (Bauart Maffei-Schwartzkopffwerke), Schuppen-Streckenschalter, Prüfdosen, Schalter- und Steckdosen für elektrische Zugheizung, Wechselstromsicherungen, Beleuchtungsschalttafeln mit Schalter und Sicherungen (BBC), Ablafshähne für Öltransformatorkessel und Ölschalter, Signallaternen und Bahnbeleuchtungslaternen.

Bezüglich der übrigen elektrischen Ausrüstung wurde nach folgenden allgemeinen Grundsätzen verfahren:

Motoren. Zum Bau kamen durchwegs nur kompensierte Reihenschlufsmotoren mit Wendepolen in Betracht. Parallel zur Wendepolwicklung wird ein induktionsloser Widerstand gelegt; hierdurch gelingt es bekanntlich während des Laufes die E. M. K. der Transformation, die in den durch die Bürsten kurz geschlossenen Ankerwicklungen entsteht, durch eine E. M. K. der Drehung ganz oder teilweise aufzuheben. Für den Anlauf ist dieser Ausgleich zwar nicht möglich; um gleichwohl auch hier die Funkenbildung in zulässigen Grenzen zu halten, wurde versucht, die E. M. K. der Transformation mit allen verfügbaren Mitteln (z. B. Herabsetzung der kurz geschlossenen Windungen, entsprechende Bemessung der Polkraftflüsse usw.) herabzumindern. Die Firma Brown-Boveri versucht aufserdem noch mit gutem Erfolg die Verhältnisse beim Anlauf durch Widerstandsverbindungen, die zwischen der Ankerwicklung und den Kommutatorlamellen angebracht sind, zu verbessern. Dadurch kann eine höhere Kurzschlufsspannung zwischen den Bürsten zugelassen werden, die hinwiederum eine gröfsere Spannung an den Motorklemmen und eine kleinere Stromstärke bei gleichbleibender Leistung gestattet. Besonderer Wert wurde auf die Bauart des Kommutators und auf die Herstellung einer einwandfreien Verbindung der Lamellen mit den Kommutatorfahnen gelegt. Die Firma Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft stellt neuerdings die Lamellen und Fahnen aus einem Stück her und hat dadurch nur eine Lötverbindung an den Wicklungsenden notwendig. Diese Bauart macht einen sehr zuverlässigen und dauerhaften Eindruck. Die Abnützungsmöglichkeit des Kommutators wird bedingungsgemäfs 40 mm betragen. Für die Kohlenbürsten wurden einheitlich die Mafse auf 12,5×50×50 mm festgelegt. Ausnahmen bilden hiervon nur die Bürsten für die Motoren mit Widerstandsverbindung. Die Bürstenhalter sind so gebaut, dafs eine Abnützung der Kohlen bis zu 50 % möglich ist; weiter ist dafür gesorgt, dafs der Anpressungsdruck bei allen Kohlenlängen gleich ist. Die Bürstenbrücken sind drehbar ausgeführt, damit die Bürsten vom Maschinenraum aus leicht nachgesehen werden können. Für den Anker und für den Stator wurden hochlegierte Bleche verwendet. Zur Vermeidung der höheren harmonischen Schwingungen, die besonders auf den Telegraphen- und Fernsprechbetrieb einen störenden Einflufs ausüben, sind die Nuten des Ankers (bei einigen Firmen die des Stators) geneigt angeordnet. Der Luftspalt, der im allgemeinen 2 mm beträgt, kann auch bei geschlossenen Motoren an drei Stellen des Umfanges durch Schaulöcher nachgeprüft werden. Die Lebensdauer und die Leistungsfähigkeit der Motoren hängt im besonderen Mafs von der zulässigen Erwärmung ab. Die zulässigen Temperaturen sind in den vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen »Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren und Transformatoren« festgelegt. Diese Vorschriften wurden auch dem Bau der neuen Motoren zugrunde gelegt mit dem Abmafs, dafs für die Wicklungen nur Höchsttemperaturen zugelassen werden,

Zusammenstellung.

der Hauptangaben über die neuen elektrischen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn.

Vortrag	1AAAA1 Schwere Schnellzug-lokomotive	2C2 Flachland-Schnellzug-lokomotive	2BB2 Schwere Personenzug-lokomotive	1C1 Leichte Personenzug-lokomotive	1B-B1 Leichte Güterzug-lokomotive	2D1 Leichte Güterzug-lokomotive	C-C Schwere Güterzug-lokomotive
	1	2	3	4	5	6	7
Bauanstalt für den elektr. Teil .	BBC	BEW	AEG—SSW	BBC	MSW—BEW	Pöge	AEG—SSW*)
„ „ „ Wagenteil .	Kraufs	Schwartzkopff	Maffei	Maffei	Schwartzkopff-Kraufs	Maffei	AEG—Kraufs
Zahl der Lokomotiven	10	5	35	19	37	2	30
Voraussichtliches Dienstgewicht . t	101	115	126	77,5	107	106	110
Voraussichtliches Reibungsgewicht t	73,6	55,2	73,6	52,5	73,6	70	110
Zuggewicht auf 10‰ Steigung t	600 450	—	500 300	300	850 500	850 500	1200 500
Zu beschleunigen auf ..... km/Std. in	55 55	—	50 50	25	25 50	25 50	25 45
Minuten	6,5 3	—	2 1,25	1,17	4 4	4 4	3,5 2
Gewährleistete Zugkraft 10 Sek. lang im Stillstand am Zughaken . . . . kg	13150	13000	16500	9560	17000	18000	27000
Gröfste Fahrgeschwindigkeit km/Std.	110	110	90	75	65	65	55
Art der Bogeneinstellung . . .	2 Kraufs-Helmholtz-Drehgestelle, sämtliche Triebachsen 2 × 15 mm seitlich verschiebbar	2 amerikan. Drehgestelle mit Seitenverschiebung. Spurkränze der Kuppelachse 15 mm abgedreht	2 amerikan. Drehgestelle, Auslenkung 2 × 80 mm. 1. Kuppelachse Seitenverschiebung 2 × 5 mm, 2. und 3. Kuppelachse 2 × 10 mm, 4. Kuppelachse fest, 2. und 3. Kuppelachse 2 × 10 mm Spurkranzschwächung	vorne Helmholtz-Drehgestell, hinten Bissel-Radialachse, 3. Achse Spurkranzschwächung 2 × 12 mm	2 Untergestelle mit je 1 Lauf- und 2 Triebachsen, 1. u. 4. Kuppelachse 2 × 20 mm verschiebbar und 15 mm Spurkranzschwächung	Kraufs-Lotter-Drehgestell 1. Kuppelachse 2 × 20 mm, 2. und 3. Kuppelachse 2 × 15 mm seitlich verschiebbar, 4. Kuppelachse fest. 2. und 3. Kuppelachse 2 × 10 mm Spurkranzschwächung. Bisselachse 2 × 50 mm auslenkbar.	2 Untergestelle mit je 3 Achsen mittlere Achse jeweils 2 × 25 mm verschiebbar
Triebraddurchmesser . . mm	1640	1600	1400	1400	1400	1250	1250
Kurbelkreisdurchmesser. . mm	—	600	600	600	660	600	600
Laufraddurchmesser . . . mm	1000	1000	1000	850	1000	850	—
Radstand fest . . . . . mm	—	4650	—	1850	4550	—	eines Gestells 4500
Radstand gesamt . . . . . mm	12600	12450	13600	8950	12100	10950	11760
Ganze Länge über die Puffer mm	16300	15750	17210	13010	16000	14025	16700
Art der Übertragung vom Motor auf die Triebräder.	Zahnräder (Buchli-Antrieb)	2 Blindwellen Stangen	Zahnräder Vorgelegewelle Blindwellen Triebstange 53° geneigt gegen die Vertikale	Zahnräder Vorgelegewelle Blindwelle Triebstange 50° geneigt gegen die Vertikale	Zahnräder Vorgelegewelle schräg angelenkte Triebstange	Zahnräder Dreiecksstange Stangenwinkel 90°, 2 Blindwellen	Zahnräder Vorgelegewelle schräg angelenkte Triebstange
Federung in der Kraftübertragung	Ritzel gefedert gedämpft	zwischen Ankerwelle u. Ankerkörper Federung und Dämpfung	Ritzel gefedert gedämpft	Ritzel gefedert gedämpft	Ritzel gefedert gedämpft	Ritzel gefedert gedämpft	Ritzel gefedert gedämpft
Übersetzung	1 : 2,63	—	1 : 2,866	1 : 3,27	1 : 2,61	1 : 2,8	1 : 4,04
Art der Transformatorkühlung .	Ölumlauf mit aufsenliegend. Kühlrohren	Ölumlauf mit besond. Kühler und Ventilator	Ölumlauf Kühlung durch Henkelrohre	Ölumlauf mit besond. Kühler	Ölumlauf mit besond. Kühler und Ventilator	Ölumlauf Kühlung des Transformatorkessels	Ölumlauf Kühlung durch Henkelrohre
Dauerleistung des Transformators kVA	1750	1650	2050	875	1500	1650	2050
Zahl der Motoren	4 parallel geschaltet	1	2 Doppel-Motoren je 2 in Reihe geschaltet	2 parallel geschaltet	2 parallel geschaltet	2 in Reihe geschaltet	2 Doppel-Motoren je 2 in Reihe geschaltet
Polzahl eines Motors	12	36	10	12	20	20	10

*) AEG = Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft. — SSW = Siemens-Schuckert-Werke. — BEW = Bergmann-Elektrizitäts-Werke. — MSW = Maffei-Schwartzkopf-Werke. — BBC = Brown-Boveri.

Vortrag	1AAAA1 Schwere Schnellzug-lokomotive	2C2 Flachland-Schnellzug-lokomotive	2BB2 Schwere Personenzug-lokomotive	1C1 Leichte Personenzug-lokomotive	1B-B1 Leichte Güterzug-lokomotive	2D1 Leichte Güterzug-lokomotive	C-C Schwere Güterzug-lokomotive
	1	2	3	4	5	6	7
Art der Motorkühlung	Lüfter	Lüfter	Lüfter	Lüfter	Lüfter	Lüfter	Lüfter
Drehzahl des Motors bei gröſster Geschwindigkeit und halb abgenützten Radreifen	960	375	1000	960	625	800	1000
Art der Steuerung	Schlittenschalter mit Blindkontroller	Schützen und Bürstenverschiebung	elektromagnetische Schützen	Schlittenschalter mit Blindkontroller	elektropneumatische Schützen	Döry-Regler	elektropneumatische Schützen
Zahl der Fahrstufen	18	15	19	13	15	feinstufig	19
Gröſste Motorspannung im ganzen Volt	660	319	etwa 420 bei jedem Motor	660	—	400	etwa 420 bei jedem Motor
Dauerleistung der Lokomotive an den Motorwellen . . . PS	2000 1680	2250 1650	1960	1000 840	1600	1600	1960
Bei einer Geschwindigkeit von km/Std.	73,5--100 110	84 110	54—90	50—68,5 75	39—59	39—65	33—55
Stundenleistung der Lokomotive an den Motorwellen . . PS	2400 1340	3000	2300 1090	1200 680	1920 850	1920 910	2300 1090
Bei einer Geschwindigkeit von km/Std.	73,5 41	71	49 23	50 28	36 16	36 17	30 14
Anfahrleistung der Lokomotive während 5 Minuten a. d. Motorwellen . . . . PS	2400	—	1500	1200	1170	1260	1500
Bei einer Geschwindigkeit von km/Std.	41	—	23	28	16	17	14
Schützenspannung . . . Volt	200	60	200	200	60	200	200
Lichtspannung . . . . . Volt	24 (Gleichstrom)	18 (Wechselstr.)	24 (Gleichstrom)	24 (Gleichstrom)	24 (Gl.) bzw. 18 (W.)	24 (Gleichstrom)	24 (Gl.) bzw. 18 (W.)
Betriebsnummern	ES 21001—21010	ES 51—55	EP 21501—21535	EP 20006—20024	EG 22001—22025 EG 701—712	EG 22101—22102	EG 22501—22516 EG 580—594

die um 20° abgemindert sind. Für den Kommutator ist allgemein nur eine Temperaturzunahme von 75° gestattet. Diese Vorsichtsmaſsregeln erschienen auf Grund eingehender Erfahrungen notwendig, um eine Reserve für unvorhergesehene Fälle (wiederholtes, unvorhergesehenes Anhalten, besonders ungünstige Strecken usw.) zu besitzen. Um ein Bild zu erhalten über die Erwärmungen, die im praktischen Betrieb tatsächlich vorkommen, werden zunächst versuchsweise in je zwei Lokomotiven jeder Gattung je vier Widerstandselemente in den Läufer und in den Ständer an verschiedenen Stellen des Eisens und der Wicklungen eingebaut. Es wird versucht werden, Beziehungen herzustellen zwischen den höchsten im Anker vorkommenden Temperaturen und der Temperatur an einer leicht meſsbaren Stelle (thermisches Abbild), um später dem Führer ein zuverlässiges Meſsinstrument für den Erwärmungszustand des Motors an die Hand geben zu können.

Sämtliche Motoren werden mit einer ausgiebigen Lüftung versehen, die so eingerichtet wird, daſs der entstehende Kohlen-, Kupfer- und Eisenstaub aus dem Motor heraus und beim Kommutator nach auſsen geblasen wird. Besonderer Wert wird ferner darauf gelegt, daſs kein Öl aus den Ankerlagern in den Anker gelangen kann. Hierzu dienen vor allem die Anordnung von Spritzringen und besonderen Überdruckkammern, die sich an die Ankerlager anschlieſsen. Die Ankerlager werden zum groſsen Teile ebenso wie die Lager der Vorlegewellen mit kugeligen Lagerschalen ausgerüstet, um ein leichtes Einpassen und ein elastisches Arbeiten der Wellen zu ermöglichen. Für die Ankerlager wird groſsenteils Ringschmierung verwendet; Versuche mit Rollenlagern sind vorgesehen.

Aus Gründen der Unterhaltung der Fahrzeuge im Betriebe und in der Werkstätte war es dringend erwünscht, möglichst wenig Motorgattungen zu erhalten und die notwendige Gesamtleistung möglichst zu unterteilen. Es erhielten daher die Schnellzuglokomotiven 1AAAA1 und leichten Personenzuglokomotiven 1C1 dieselbe Motorgattung und zwar die Schnellzuglokomotiven vier Motoren zu je 500 PS und die leichten Personenzuglokomotiven zwei Motoren zu je 500 PS; andererseits werden die 2BB2 und C-C Lokomotiven mit vier Motoren zu je 490 PS gleicher Bauart ausgerüstet.

Bei der Besprechung der einzelnen Lokomotiven wird noch auf den Einbau der Motoren zurückgekommen.

Transformatoren. Hier war in erster Linie die Frage zu klären, ob dem luftgekühlten Transformator oder dem Öltransformator der Vorzug zu geben sei. Die Lufttransformatoren haben den Vorteil geringen Gewichts und kleineren Raumbedarfes, sowie den Vorzug, daſs die lästigen Begleiterscheinungen, die mit dem Öl verbunden sind, wegfallen. Die Öltransformatoren weisen dagegen als grundsätzlichen Vorteil die entschieden überlegene Betriebssicherheit auf, der gegenüber die sonstigen Unbequemlichkeiten in Kauf genommen werden müssen. Gleichwohl dürften auch heute diese Fragen noch nicht als endgültig entschieden zu betrachten sein. Für die Öltransformatoren kommen folgende Möglichkeiten der Ölkühlung in Betracht:

a) Der Ölkessel wird reichlich bemessen, die Wärmeabgabe des Öls findet lediglich durch die Wände des Ölkessels statt, der von Kühlluft umspült wird. Eine Ölpumpe sorgt für den Umlauf des Öles, damit im oberen und unteren Teil des Kessels gleiche Öltemperaturen herrschen (z. B. Transformator der 2D1-Lokomotiven von Pöge).

b) Am Ölkessel sind Rohre (Henkelrohre) angeschweiſst, in denen das Öl durch eine Umlaufpumpe in Bewegung gehalten wird. Ölkessel samt Rohren stehen in einem Schacht, durch den die Luft mittels eines Ventilators durchgesaugt wird. Um die Kühlluft an die genannten Henkelrohre möglichst nahe heranzubringen, sind diese mit besonderen Luftführungs-

rohren umgeben (z. B. Transformatoren der 2BB2 und C-C Lokomotiven der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und Siemens-Schuckert-Werke).

c) Das Öl wird durch eine Pumpe aus dem Transformatorkessel oben abgesaugt und in einem aus einem Rohrsystem gebildeten Oberflächenkühler durch einen Luftstrom gekühlt (z. B. Transformator der 1C1 Lokomotive von Brown Boveri und 1B-B1 Lokomotive von den Bergmann-Elektrizitäts-Werken und Maffei-Schwartzkopff-Werken).

d) Das Öl wird durch eine Pumpe aus dem Transformatorkessel gesaugt und durch zahlreiche Rohre getrieben, die aufsen an der Lokomotive unterhalb des Kastenaufbaues angebracht sind (z. B. Transformator der 1AAAA1 Lokomotive von Brown-Boveri); um jedoch die Möglichkeit zu besitzen auch während des Stillstandes der Lokomotive zu kühlen, wurde die Kühlung nicht dem Luftzug während der Fahrt überlassen, sondern es wurden die Rohre in einem Schacht zusammengefafst, durch den die Luft mittels eines Ventilators getrieben wird.

Da die Kühlung des Öles durchaus sicher durchgeführt und dadurch auch die Wärme zuverlässig abgeleitet werden kann, lassen sich die Abmessungen des Transformators ohne Gefährdung der Sicherheit ziemlich knapp halten. Gegenüber dem Lufttransformator werden dadurch wieder Gewichte gewonnen, wenn es auch nicht gelingt, diesem an Gewicht gleichzukommen.

Die teilweise ungünstigen Erfahrungen, die in letzter Zeit mit Lufttransformatoren gemacht wurden, gaben Veranlassung für die neubestellten Lokomotiven durchwegs Öltransformatoren zu wählen, bei denen die unter a—d erwähnten Kühlarten durchgeführt werden.

Besondere Sorgfalt wurde den Eingangswindungen der Transformatoren zugewandt; da diese in erster Linie etwaigen Sprungwellen standhalten müssen, werden durchschnittlich 8—10 $^0/_0$ der Eingangsspulen verstärkt isoliert. Die im stationären Betrieb bewährten Ölkonservatoren konnten zwar nicht allgemein eingeführt werden, doch soll bei einigen Lokomotiven der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der Siemens-Schuckert-Werke ein Versuch mit Ausdehnungsgefäfsen neuester Bauart gemacht werden.

Als Öl kommt für die Transformatoren ausschliefslich dünnflüssiges Mineralöl in Betracht, das frei von mineralischer Säure und mechanischen Bestandteilen ist. Besonders wichtig ist, dafs der Teergehalt gering ist (nach den Verbandsvorschriften nicht mehr als 0,3 $^0/_0$) und dafs vor allem bei längerem Gebrauch weder der Teergehalt noch die Verschlackungsziffer ansteigt. Für Ölschalter und Transformatoren wird im stationären Betrieb gewöhnlich Öl mit verschiedenem Stockpunkt gewählt; um jedoch im Betrieb bei der Reinigung der Öle Verwechslungen zu vermeiden, wird für die Ölschalter und für die Transformatoren Öl mit dem gleichen Stockpunkt von —20^0 eingeführt. Die Temperatur des Öls wird durch ein Fernthermometer (Schäffer und Budenberg) gemessen.

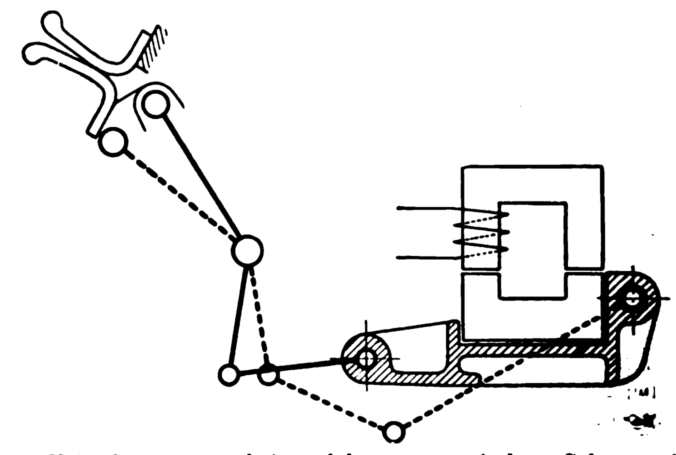
Sämtliche Transformatoren sind auf der Niederspannungsseite mit Heizspulen für die Zugheizung versehen, die mit den Wicklungen für die Fahrmotoren in Reihe liegen. Die Heizspulen erhalten drei Anzapfungen für 1000, 800 und 600 Volt gegen Erde gemessen bei 15000 Volt Fahrdrahtspannung. Während des Stillstandes der Lokomotive muss der Transformator bei 1000 Volt 400 kW Heizleistung drei Stunden lang, und während der Fahrt bei Belastung bei 800 Volt 250 kW dauernd liefern. Eine Ausnahme hiervon macht lediglich die leichte Personenzuglokomotive, bei der die Leistung bei 1000 Volt 235 kW und und bei 800 Volt 150 kW beträgt.

Im übrigen richtet sich die Zahl der Anzapfungen nach den jeweiligen Steuerungsarten.

Steuerung. Diese dient zur Leistungsregelung, indem die Motorspannung verändert, und dadurch Zugkraft und Geschwindigkeit geregelt werden. Für den Eisenbahnbetrieb ist es erwünscht, die Spannung stetig ohne Sprünge zu verändern, da hierdurch allein ein sanftes Anfahren und eine restlose Ausnützung der Schienenreibung ermöglicht wird. Diese Bedingung wird zwar durch den Drehtransformator erfüllt, der früher bei zahlreichen Lokomotiven erprobt wurde; er hat jedoch die in ihn gesetzten Erwartungen nicht erfüllt und kam daher bei Neubestellungen nicht in Betracht. Bei der Mehrzahl der neuen Lokomotiven wurden die bewährten Schützensteuerungen gewählt.

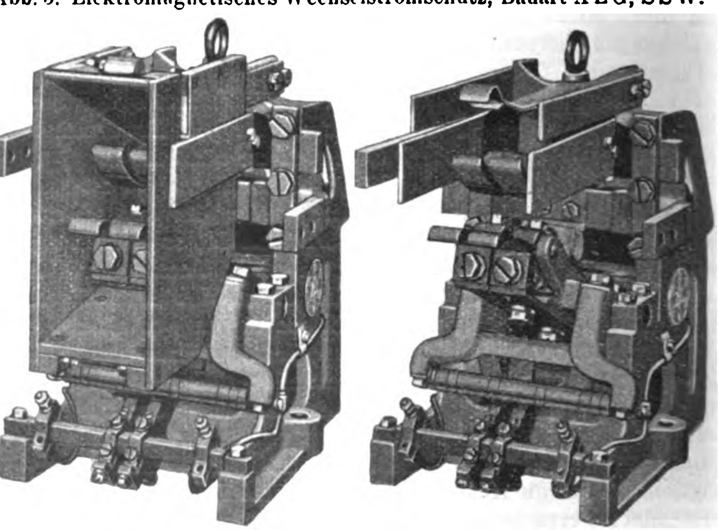
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft und Siemens-Schuckert-Werke bauen für die schwere Personenzuglokomotive 2BB2 elektromagnetische und für die schwere Güterzuglokomotive C-C elektropneumatische Schützen. Beide Schützenarten sind im elektrischen Aufbau grundsätzlich gleich ausgebildet, was für das Vorhalten von Ersatzteilen von besonderer Bedeutung ist. Die Betätigung erfolgt bei den elektromagnetischen Schützen, die nach dem Grundsatz der Kniehebelwirkung (Abb. 4) ausgeführt sind, durch einen kräftigen Wechselstrommagnet für

Abb. 4. Darstellung der Kniehebelwirkung bei den elektromagnetischen Schützen (AEG, SSW).



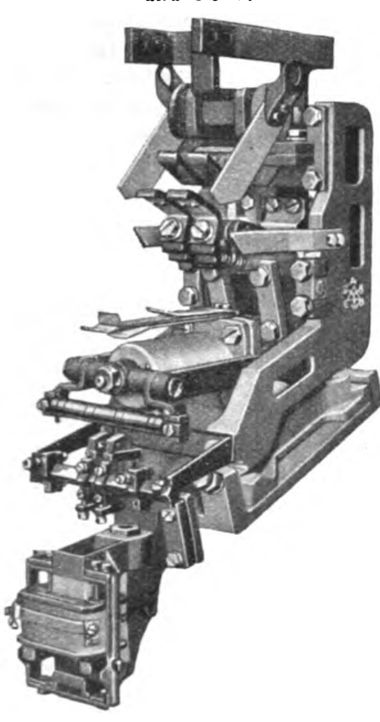
200 Volt Spannung; beim elektropneumatischen Schütz wird durch einen Magnet für ebenfalls 200 Volt Spannung ein Ventil gesteuert, das die Druckluft für den Luftzylinder regelt (Abb. 5 u. 6). Die Magnete sind so gebaut, dass sie bei einer Verminderung der Spannung um 30 $^0/_0$ noch zuverlässig anziehen

Abb. 5. Elektromagnetisches Wechselstromschütz, Bauart AEG, SSW.



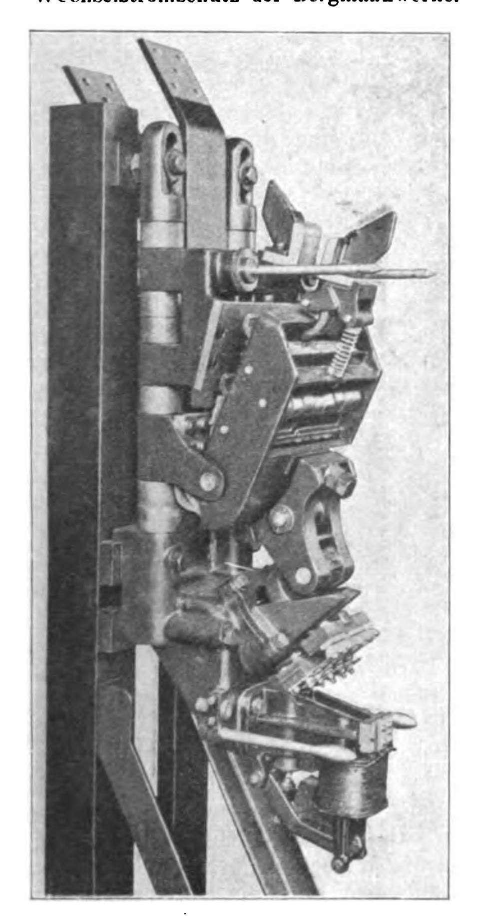
und erst bei einer Spannungsverminderung von rund 60 $^0/_0$ abfallen. Als Abreifskontakte sind Zungenpaare aus Kupfer aufgesetzt, die an den Kontaktspitzen eisenbewehrt sind. Zum raschen Löschen des Öffnungsfunkens besitzen die Schützen kräftige magnetische

Abb. 6. Elektropneumatisches Wechselstromschütz, Bauart AEG und SSW.



Blaseinrichtungen. Die Schützen beider Bauarten sind auf dem Deckel des Transformators aufgesetzt; dadurch wird der Einbau eines besonderen Schützengerüstes vermieden, die Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Ausführungen des Transformators und der jeweiligen Schütze werden klein, ferner sind beim Ausbau des Transformators nur die wenigen Verbindungen zu den Motoren zu lösen. Sämtliche Schrauben für die Befestigung der Schützen auf dem Deckel, für die Verbindung der Stromschienen und für die Auswechslung der Abreifskontakte sind von vorn zugänglich. Auch die Verriegelungskontakte sind übersichtlich angeordnet und werden im Betrieb leicht zu überwachen sein. Bei den elektropneumatischen Schützen ist die Luftzuführung in den Deckel des Transformators gelegt; mit der Befestigung der Schützen am Deckel wird zugleich der Anschlufs an das Luftzuführungsrohr hergestellt und abgedichtet. Die Spannungsregelung selbst erfolgt nach dem vereinfachten Schaltbild (Abb. 10, Taf. 20) in 19 Dauerfahrstellungen. Zur Vermeidung von Stromunterbrechungen sind in jedem Motorstromkreis Stromteiler eingebaut. Um beim Schalten von einer Stufe zur nächsten jeder Motorgruppe gleiche Spannung zuzuführen, ist aufserdem noch ein Ausgleichtransformator vorgesehen. Stromteiler und Ausgleichtransformator sind im Kessel des Haupttransformators untergebracht.

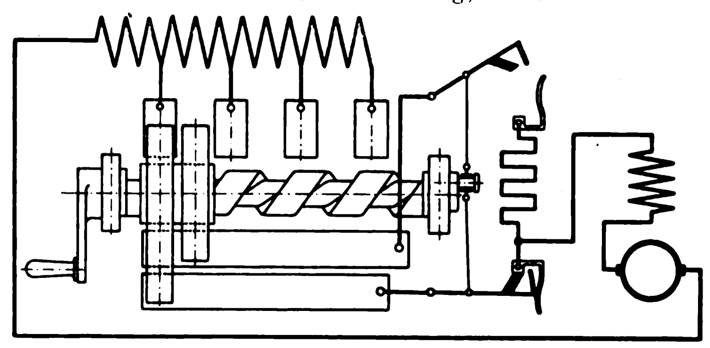
Abb. 7. Elektropneumatisches Wechselstromschütz der Bergmannwerke.



Für die leichten Güterzuglokomotiven 1 B-B 1 sowie für die leichte Schnellzuglokomotive 2 C 2 werden elektropneumatische Schützen nach der Bauart der Bergmannwerke verwendet (Abb. 7); an dem beweglichen Kontakthebel, der durch den Druckluftantrieb bewegt wird, sind hier zwei Reihen von Kontakten angebracht, über denen ein kräftiger Abreifskontakt angeordnet ist. Aus den gleichen Gründen wie bei den Schützen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der Siemens-Schuckert-Werke werden diese an den Transformatorkesseln angebracht.

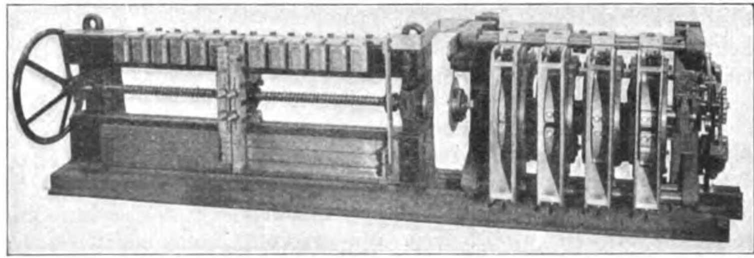
Die von Brown-Boveri zu liefernden Lokomotiven (schwere Schnellzuglokomotiven 1 AAAA 1 und leichte Personenzuglokomotiven 1 C 1) erhalten die Schlittensteuerung (Abb. 8). Der Schalter gleicht in seinem Aufbau einem Zellenschalter;

Abb. 8. Schlittensteuerung; BBC.



auf einem Schlitten wird durch eine Schraubenspindel eine Haupt- und eine voreilende Hilfsbürste bewegt; diese schaltet über einen Widerstand jeweils die nächste Spannungsstufe ein; das Unterbrechen des Stromes ist auf die beiden mit Blasspulen ausgerüsteten Hörner gelegt, die durch Exzenter geschaltet werden. Einem Bedürfnis des Betriebs entsprechend sind neuerdings die Abreifshörner derart ausgebildet, dafs auf elektropneumatischem Weg der gesamte Motorstrom unterbrochen werden kann. Das Einschalten ist erst dann wieder möglich, wenn zuerst der Schalter auf die Ausschaltstufe zurückgebracht ist. Bei beiden Lokomotivgattungen wird die Steuerung von Hand betrieben; sämtliche Lager der Übertragungswellen und des Schlittenschalters sind als Kugellager ausgeführt, auch die Spindelmutter erhält nach einer neuen Konstruktion von Brown-Boveri Kugelführung. Durch geeignete Anordnung von Federn ist es gelungen, das Drehmoment während einer Umdrehung der Schraubenspindel durchaus konstant zu erhalten. Abb. 9 zeigt den Schlittenschalter der 1 C 1 Lokomotive vor dem Zusammenbau.

Abb 9. Schlittenschalter für 1 C 1 Lokomotiven, BBC.



Einen neuen Feinregler nach der Bauart **Döry** stellt die Firma Pöge her (Abb. 11, Taf. 20). Dieser Regler ist als ein ruhender Transformator mit einem ringförmigen Eisenkern ausgeführt, seine Windungsoberfläche ist als Kollektor ausgebildet, auf dem die Bürsten verschoben werden. An vier Anzapfungen des Transformators für 100, 300, 500 und 700 Volt sind Schützen angeschlossen; durch Unterbrechen des Steuerstroms dieser Schützen kann auf jeder Fahrstellung der Strom der Fahrmotoren unterbrochen werden. Der Regler selbst wird mit 200 Volt erregt, durch entsprechende Stellung der Bürsten kann die vom Regler abzunehmende Spannung zwischen + 200 und — 200 Volt sehr feinstufig geregelt und unter Zuschaltung des Spannungsteilers je nach der Stellung der Bürsten von den Spannungsstufen der vier Schützen abgezogen bzw. zu diesen hinzugefügt werden.

Die Gesamtspannung der beiden in Reihe geschalteten Motoren läfst sich dadurch ohne jeden Spannungssprung zwischen Null und 800 Volt einstellen. Der Regler wird zum erstenmal bei den neuen 2 D 1 Personen- und Güterzuglokomotiven, deren elektrische Ausrüstung von Pöge geliefert wird, eingebaut werden.

Heizung. Nach dem Beschlufs des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen wurden einheitlich für die Zugheizung die Spannungen von 1000, 800 und 600 Volt gewählt. Über die vom Transformator abzugebenden Heizleistungen wurde bereits gesprochen. Zur Regelung der Heizspannungen werden für die 2 BB 2, C-C und 1 B-B 1 Lokomotiven einheitlich elektromagnetische Schützen nach der bereits beschriebenen Bauart der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und Siemens-Schuckert-Werke verwendet. Für die 1 A A A A 1 und 1 C 1 Lokomotiven kommen neu entwickelte elektromagnetische Schützen von Brown-Boveri zum Einbau; diese beruhen wie die übrigen elektromagnetischen Schützen auf der Kniehebelwirkung und zeichnen sich durch eine verhältnismäfsig leichte Bauart aus. Der Luftspalt der geöffneten Kontakte beträgt nur etwa 10 mm. Das zuverlässige Löschen der Öffnungsfunken wird durch eine starke Blaswirkung und besonders ausgebildete Löschhörner gewährleistet. Grofsen Wert legte die Firma auf den Gesichtspunkt, mit möglichst einfachen Mitteln die Schützen in ihre Einzelteile zerlegen und wieder zusammen bauen zu können. Die Heizschützen werden einheitlich nach dem Schaltbild (Abb. 12, Taf. 20) durch einen besonderen Kontroller geregelt. Dieser ist mit Vorkontakten ausgerüstet, die das Einschalten der Schützen besorgen; in der »Ein«-Stellung des Kontrollers werden die Schützen durch eine Umgehungsleitung und Selbsthaltekontakt in der Schaltstellung festgehalten. Hierdurch wird erreicht, dafs bei ausbleibender Spannung die Schützen abfallen, jedoch bei wiederkehrender Spannung nicht mehr ansprechen; zum Einschalten mufs daher auf die Vorstellung zurückgegangen werden.

Beleuchtung. Die Beleuchtung der Führerstände, des Maschinenraums und der Bahnbeleuchtungslaternen erfolgt bei den Lokomotiven für die Zweigstelle Preufsen-Hessen mit Wechselstrom von 18 Volt, für die Lokomotiven der Zweigstelle Bayern mit Gleichstrom von 24 Volt, welch letzterer durch Beleuchtungs-Generatoren erzeugt wird. Die Generatoren werden bei den Lokomotiven von Brown-Boveri von dem Motor für die Lüfter der Fahrmotoren mit angetrieben, bei den übrigen Lokomotiven ist ein besonderes Umformer-Aggregat mit einem Einphasen-Induktionsmotor von rund 1,5 kW Leistung aufgestellt, der mit Hilfsphase angelassen wird. Aufserdem ist bei den Lokomotiven mit Gleichstrombeleuchtung eine Batterie von 12 Elementen für 52 Ampère-Stunden bei dreistündiger Entladung vorhanden. Als Vorteil der Gleichstrombeleuchtung wird betrachtet, dafs beim Ausbleiben der Fahrdrahtspannung die Lokomotive sowie ihre Bahnbeleuchtungs- und Signallaternen gleichwohl beleuchtet sind. Als weiterer Vorteil ist anzuführen, dafs bei längerem Stillstand der Lokomotive der Führer in der Lage ist auch nachts die Bügel abzuziehen und dadurch die Leerlaufverluste des Transformators zu sparen. Bei den Brown-Boveri-Lokomotiven ist für die Regelung der Beleuchtungsspannung der von der genannten Firma ausgebildete Beleuchtungsregler vorgesehen.

Sonstiges. Die Spannung der Hilfsstromkreise wurde einheitlich auf 200 Volt festgesetzt. Sämtliche Steuerleitungen werden in Kabeln zusammengefafst und bei der Mehrzahl der Lokomotiven in besonderen Kabelkanälen aus Aluminium unter dem Fufsboden verlegt.

Hochspannungsleitungen müssen über Dach in einem Abstand von 150 mm und im Maschinenraum in einem Abstand von 200 mm von an Erde liegenden Maschinenteilen verlegt werden.

Wagenteil.

Rahmen. Dieser wird bei allen Lokomotiven aus 25 mm starken Blechtafeln hergestellt und durch mehrfache Querverbände genügend widerstandsfähig gestaltet. Er ist so ausgebildet, dafs die Lokomotive soweit irgend möglich, samt den Achsen an den Pufferbohlen bzw. am Kuppelende angehoben werden kann. Bei den 2 BB 2 und 1 C 1-Lokomotiven sind besondere halbmondförmige Gufsstücke angebracht, an denen zum Anheben Tragachsen angesetzt werden können.

Radsätze. Für Laufräder wurden Durchmesser von 800 und 1000 mm, für Triebräder 1250 und 1400, 1600 und 1640 mm gewählt. Die Achsen sind durchbohrt; zum Nachmessen der Achsstände können besondere Mefsstopfen eingesetzt werden. Um die Sitzflächen derselben vor Anrostungen und damit vor Veränderungen der Abmessungen zu bewahren, sind sie mit Messinghülsen verschlossen. Die Achskisten nebst Unterteilen und Federn werden nach den Beschlüssen des Lokomotiv-Normenausschusses hergestellt, dessen Normen soweit möglich auch bei den übrigen Teilen angewendet wurden. Die Achsdrücke wurden bei den neuen Lokomotiven einheitlich auf 18,4 t festgelegt.

Zahnräder. Mit Ausnahme der 2 C 2-Lokomotiven sind sämtliche Lokomotiven mit Zahnradmotoren ausgerüstet. Für die Verzahnung wurde Evolventen-Verzahnung gewählt, die in bezug auf die genaue Einhaltung der Zentrale nicht so empfindlich ist wie die Zykloiden-Verzahnung. Die Zähne sind durchwegs gerade und werden nach dem Abwälzverfahren hergestellt. Bei den rasch laufenden Lokomotiven 1 A A A A 1 und 2 BB 2 werden die Zahnflanken durch besondere Pumpen mit Öl bespült. Zur Vermeidung von Schüttelschwingungen sind die kleinen Zahnräder mit Federung und Dämpfung versehen. Probeweise werden bei einigen 1 C 1 und C-C Lokomotiven neben den kleinen Zahnrädern auch die grofsen Zahnräder gefedert.

Kupplungen. Die Zug- und Stofsvorrichtungen der neuen Lokomotiven werden für eine gröfste Zugkraft von 40000 kg gebaut, die Grenzbelastung der Pufferfedern ist zu 12000 kg angenommen.

Bremsausrüstung. Diese wird als Einkammerluftdruckbremse der Bauart Knorr mit Zusatzbremse ausgeführt. Der Vorrat an Bremsluft ist durchschnittlich für die Bremszwecke mit 800 Litern und für die übrigen Zwecke mit 200 Litern bemessen. Die Lokomotiven des bayrischen Netzes sind mit einem besonderen Ventil ausgestattet, das die Luft des Apparateluftbehälters jederzeit für Bremsungen nutzbar zu machen erlaubt. Diese Anordnung erscheint bei grofsem Bremsluftbedarf empfehlenswert. Da bei den elektrischen Lokomotiven die umlaufenden Massen eine besondere Rolle spielen, sind die Bremsprozente hier gröfser vorzusehen als bei Dampflokomotiven. Sie wurden bei Triebachsen durchschnittlich für Betriebsbremsungen zu 98 % mit 3,5 at und für Zusatzbremsungen zu 140 % mit 5 at angenommen. Laufachsen werden durchschnittlich mit 66,5 bzw. 95 % abgebremst.

Kastengerippe. Das Kastengerippe ist kräftig gehalten, um die auf dem Dach aufgebauten Lasten (Stromabnehmer, Ölschalter usw.) sicher zu tragen; die Kastenwände sind aus gut gerichtetem Eisenblech, das Dach aus verbleitem Eisenblech hergestellt. Bei einer Reihe von Lokomotiven wurde versuchsweise für das Dach gewöhnliches Eisenblech verwendet und die Verbleiung durch die neue Anstrichfarbe »Bleisubox« vorgenommen. Das Dach ist über den Motoren und dem Transformator abnehmbar; bei der Mehrzahl der Lokomotiven werden zugleich mit dem Dach die Seitenwände bis zur halben Höhe abgenommen. Ausbesserungen lassen sich in diesen Fällen infolge der gröfseren Bewegungsfreiheit und dem besseren Lichteinfall leichter ausführen. Die Motorluftpumpe kann durch eine in der Seitenwand befindliche Drehtüre aus- und eingebaut werden. Die Auswechslung einer allenfalls

beschädigten Luftpumpe kann dadurch ohne besondere Vorarbeiten leicht erfolgen. An den Seitenwänden sind aufser den Fenstern noch feste oder verstellbare Lüftungsklappen eingebaut, durch die die Kühlluft für die Motoren und Transformatoren eintreten kann. Zum Zurückhalten von Feuchtigkeit und Schnee sind die Jalousien innen mit doppeltem Drahtsieb abgedeckt. Bei den 1 C 1 Lokomotiven ist aufser den Jalousien an den Seitenwänden noch eine Luftzufuhr von den Stirnwänden aus über die Decke des Führerstandes hinweg in den Maschinenraum vorgesehen.

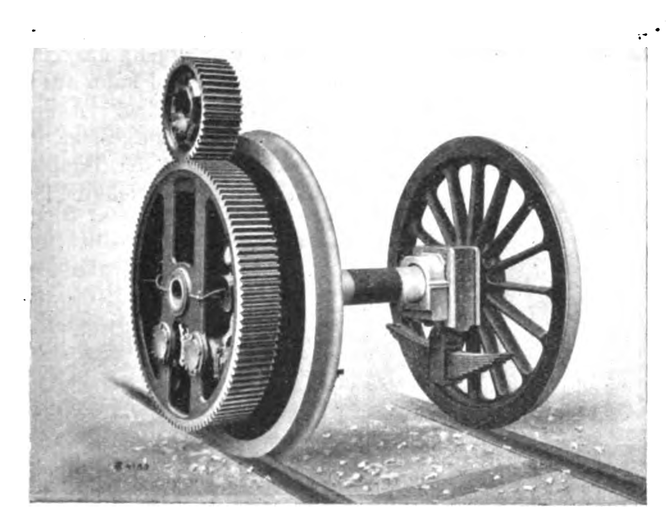
Beschreibung der Einzelbauarten.

Die Grundformen der Fahrzeugbauart sind im nachfolgenden kurz beschrieben. Die Zahlenangaben über die Abmessungen und Gewichte sind in der Zusammenstellung enthalten.

1. Schwere Schnellzuglokomotive der Bauart 1 AAAA 1, Tafel 16.

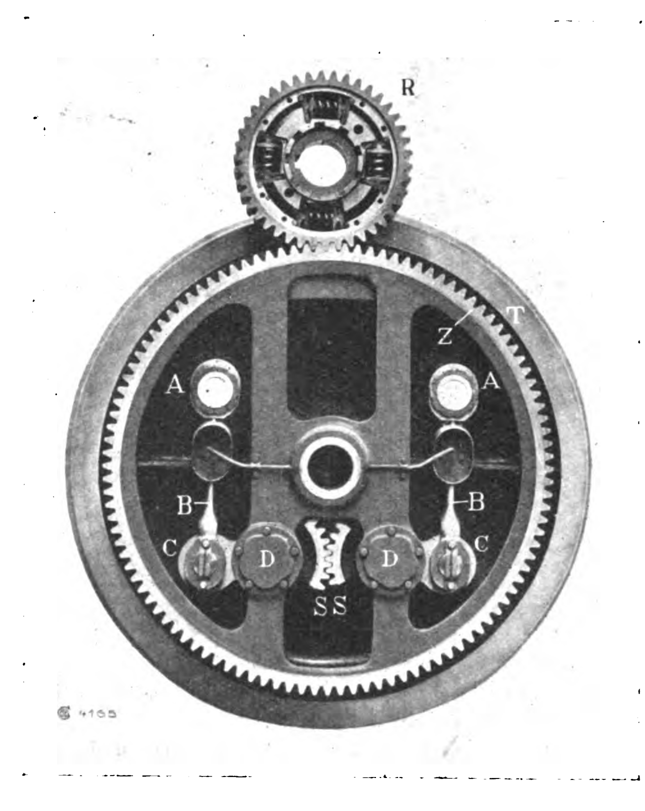
Diese Lokomotiven sind mit Einzelachsantrieb durch Gestellmotoren ausgerüstet und erhalten zur Übertragung der Zugkräfte vom Motor zu den Triebachsen den von Brown Boveri ausgebildeten Buchliantrieb, der bei Lokomotiven der Schweizer Bundesbahnen bereits in gröfserer Zahl mit Erfolg ausgeführt ist. Die als Schildmotoren gebauten Fahrmotoren ruhen über der jeweiligen Triebachse auf dem Hauptrahmen; der Antrieb ist einseitig; im Gegensatz zu den sonstigen Zahnradantrieben besitzt also jede Ankerwelle nur ein Ritzel, das zwischen zwei Lagern eingebaut ist; die Ankerwelle ist demnach dreifach gelagert. Das grofse Zahnrad ist in einem kräftigen Stahlgufsrahmen fliegend gelagert, der auf der einen Aufsenseite der Lokomotive am Hauptrahmen angeflanscht ist. Im grofsen Zahnradkörper sind sodann die Kupplungshebel und die Kupplungsstangen gelagert, die zu den die Hinterwand des Zahnradkörpers durchdringenden Kuppelzapfen der Triebräder führen. Weitere Einzelheiten gehen aus den Abbildungen 10 und 11 hervor. Die Achse des grofsen

Abb. 10. Buchli-Antrieb. Achse mit Zahnräder BBC.



Zahnrades mufs mit dem Mittel der Triebachsen nicht zusammenfallen, was für die Wahl eines entsprechenden Übersetzungsverhältnisses von besonderer Bedeutung ist. Der Antrieb gestattet eine vollkommen freie horizontale wie vertikale Bewegung der Triebachse gegenüber dem grofsen Zahnrad. Dadurch ist es möglich, die Triebachsen mit den Laufachsen in Drehgestellen zusammenzufassen, die eine geradlinige Verschiebung der Triebachse im Rahmen voraussetzen (Kraufs-Helmholtz-Drehgestell) oder auch die Triebachsen radial einzustellen, wie es das bei den 1 AAAA 1 Lokomotiven des bayerischen Netzes erstmals versuchte Buchli-Drehgestell bezweckt. Im Aufbau des Buchliantriebs ist es gelegen, dafs er nur auf einer Seite der Lokomotive angebracht ist, wodurch Gewichtsanhäufungen auf dieser Seite entstehen. Diese müssen durch eine entsprechende Anordnung der übrigen elektrischen Ausrüstung (Schlittenschalter, Lüfter mit Motoren, Ölpumpen, Beleuchtungsgenerator) auf der gegenüberliegenden Seite ausgeglichen werden.

Abb. 11. Buchli-Antrieb. Zahnräder mit Kuppelstangen BBC.



2. Flachland-Schnellzuglokomotive der Bauart 2C2, Tafel 17.

Die Kraftübertragung erfolgt von der Ankerwelle durch zwei gegen die Vertikale um je 52^0 geneigte Parallel-Kurbelgetriebe auf zwei Blindwellen.

Bei dieser Anordnung, die bei der schlesischen 2 D 1 Personenzuglokomotive erstmals von Kleinow angeregt wurde, gestaltet sich die Beanspruchung der Triebzapfen der Ankerwelle besonders günstig; während bei dem Einfach-Parallelkurbelgetriebe der Triebzapfen periodisch wechselnd beansprucht wird, wirkt bei der Kraftübertragung mit dem Doppelparallelkurbelgetriebe auf den Triebzapfen eine konstant bleibende Kraft von dauernd umlaufender Richtung.

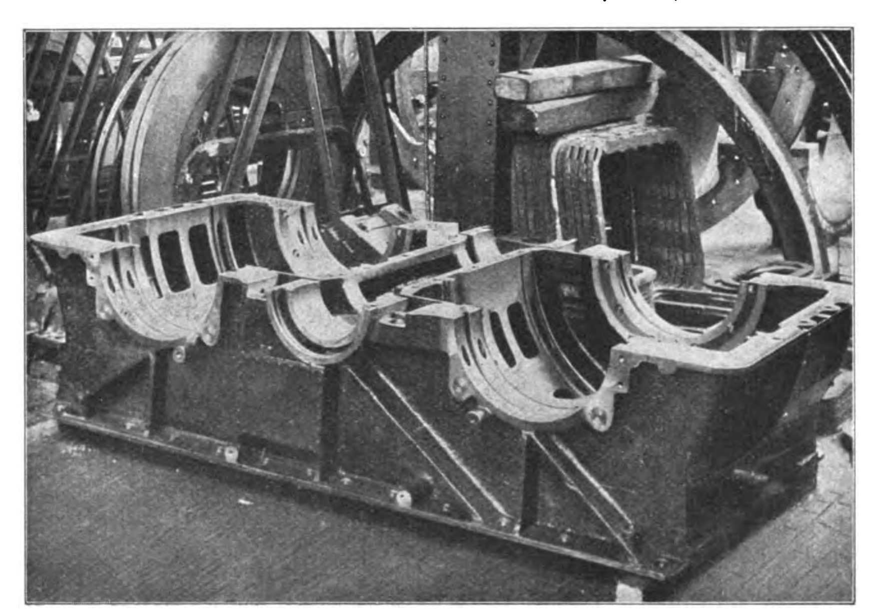
Ankerlager, Blindwellenlager und der zwischen den zwei Blindwellen liegende Rahmenteil sind aus einem giefsereitechnisch höchst bemerkenswerten Stahlformgufsstück hergestellt, an das an den beiden Seiten die 25 mm starken Rahmenbleche angeflanscht sind. Hierdurch wird eine möglichst zuverlässige Triebwerklagerung erstrebt.

3. Schwere Personenzuglokomotive der Bauart 2 BB 2, Abb. 1 bis 3 auf Tafel 20.

Die Lokomotive hat zwei in einem Rahmen gelagerte von einander gänzlich unabhängige, je zweiachsige Triebwerkgruppen; sie ist mit vier Motoren ausgerüstet, von denen je zwei hintereinander geschaltet sind und auf eine gemeinsame Vorgelegewelle arbeiten. Ein schräges Parallel-Kurbelgetriebe überträgt die Kraft auf eine Blindwelle, von der aus zwei Triebachsen angetrieben werden. Die Motoren ruhen in einer Wanne aus Stahlformgufs, die aus einem oberen und einem unteren Teil hergestellt ist (Abb. 12). Die Unterteile des Doppelmotors sind aus einem Stück gegossen. Die Wanne enthält die

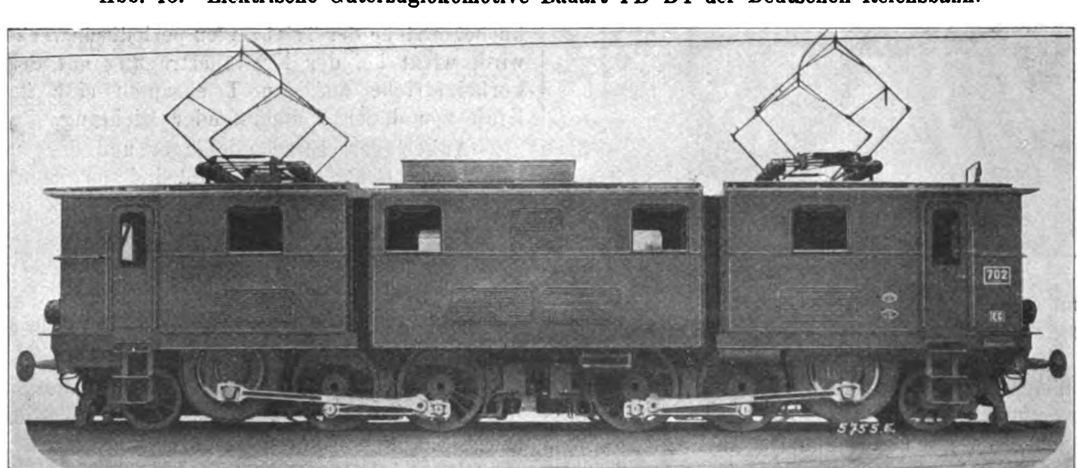
Lagerungen der beiden Anker- und der Vorgelegewellen; das Ständerblechpaket ist aus einem Teil gebaut und kann samt dem Anker aus der Wanne herausgenommen werden. Abb. 18 zeigt den fertig gewickelten Ständer, bei dem die Erreger-, Kompensations- und Wendepolwicklung deutlich hervortreten. Die Blindwelle ist in einem besonderen kräftigen Stahl-

Abb. 12. Motorwanne. 2 B B 2 Lokomotiven, A E G, S S W.



formguſs-Gehäuse gelagert; auf den beiden inneren Rahmenseiten sind von diesem Gehäuse aus Lappen gegen die Vorgelegewelle hin in die Höhe gezogen; der Unterteil der Wanne wird auf die Oberkante des Rahmens aufgesetzt und mit dem von der Blindwelle ausgehenden Lappen durch eine entsprechende Zahl von Schraubenbolzen verbunden, so daſs die Kraft in den aus Stahlformguſs hergestellten Konstruktionsteilen schlüssig übertragen wird. Die Anker- und Vorgelegelager sind kugelig ausgeführt. Auf den Motorgehäusen sitzen die Motorlüfter. Die Luft zur Motorkühlung wird aus dem Maschinenraum entnommen und über das Dach ins Freie gedrückt. Gegen das Eindringen von Regenwasser und Schnee bei Stillstehen der Lokomotive sind entsprechende Vorkehrungen getroffen.

Abb. 13. Elektrische Güterzuglokomotive Bauart 1 B-B 1 der Deutschen Reichsbahn.



Zu erwähnen ist die Kühlung des Transformators. Das Öl wird bei diesem durch Henkelrohre getrieben (siehe 2 b der Transformatorbeschreibung). Die Luft wird aus dem Maschinenraum von dem Transformatordeckel her durch den Schacht angesaugt, gelangt dann in einen Sammelschacht der zwischen den Rahmenteilen liegt, wird von hier aus durch einen Kanal zum Ventilator geführt, der neben dem Transformator angeordnet ist, und gelangt sodann durch das Dach ins Freie. Durch entsprechende Formgebung der Kanäle, die zum groſsen Teil aus Guſseisen hergestellt sind, ist eine geringe Luftreibung erreicht.

4. Leichte Personenzuglokomotive der Bauart 1 C 1, Abb. 4 bis 6 auf Tafel 20.

In ihrem grundsätzlichen Aufbau gleicht diese Lokomotive der soeben beschriebenen 2 BB 2 Lokomotive. Hier sind die beiden parallel geschalteten, als Schildmotoren ausgebildeten Fahrmotoren in einem kastenartigen Stahlformguſstrog gelagert. Die Motorlager sind in die Schilde eingebaut, so daſs das erwähnte Stahlguſsstück nur die Lager für die Vorgelegewelle enthält. Im übrigen ist die Angliederung des Triebwerks in den Lokomotivrahmen wie bei den 2 BB 2 Lokomotiven durchgeführt.

5. Leichte Güterzuglokomotive der Bauart 1 B-B 1, Abb. 13 sowie Tafel 18.

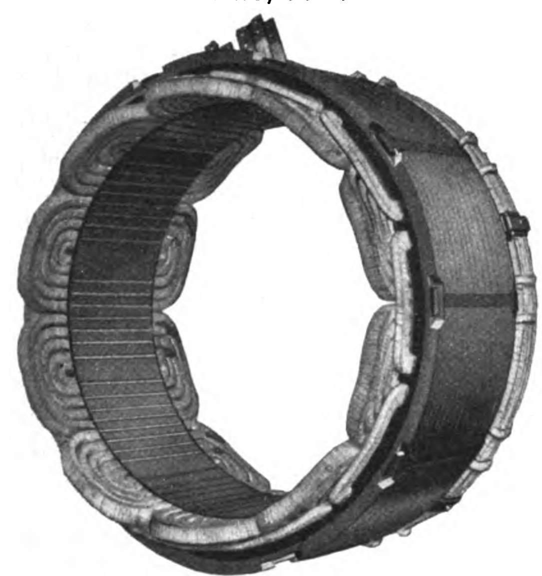
Der Wagenteil besteht aus zwei Untergestellen, in denen jeweils die Laufachse und die zweite Triebachse festgelagert sind, während die mittlere Achse 2 mal 20 mm Seitenverschiebung und um 15 mm abgedrehte Spurkränze aufweist. Die beiden Untergestelle sind durch eine Brücke verbunden, die mit vier Kugelzapfen in beweglichen Pfannen ruht. Die Zugkraft wird durch die Brücke übertragen; in der Zugrichtung legen sich die Pfannen ungefedert auf das Ende eines Stahlguſsgehäuses auf, während sie zur Aufnahme von Stoſswirkungen nach der entgegengesetzten Seite abgefedert sind. Die Brücke trägt den Transformator mit dem getrennten Kühlsystem und dem Kompressor. Die beiden Untergestelle nehmen die Motoren auf. Diese ruhen in zweiteiligen Gehäusen, von denen der untere Teil fest mit dem Rahmen verbunden ist und die Lager für die Anker- und Vorgelegewelle enthält. Sämtliche Lager sind kugelig ausgeführt. Das Ständerblechpaket ist einteilig hergestellt und kann aus dem Unterteil mit dem Anker herausgenommen werden. Auf dem Oberteil des Gehäuses ist der Motorventilator aufgesetzt. Die Vorgelegewelle ist um 250 mm gegen die Mitte der Triebachse erhöht. Der Antrieb erfolgt durch schräg angelenkte Triebstangen, die mit einer Gabel an der dreieckförmig ausgebildeten Kuppelstange angreifen.

6. Schwere Güterzuglokomotive der Bauart C-C, Taf. 19.

Diese Lokomotive besteht ähnlich wie die 1 B - B 1-Lokomotive aus zwei Untergestellen, die durch eine Brücke

verbunden sind. Die beiden äufseren Triebachsen sind fest, die mittlere ist um 2 mal 25 mm seitenverschieblich. Die Brücke wird durch zwei Zapfen geführt und legt sich aufserdem auf vier einstellbare gefederte Gleitpfannen auf. Die Zug- und

Abb. 14. Ständer für den Motor der 2BB2 und C-C-Lokomotive, AEG, SSW.



Stofskräfte werden durch besonders ausgebildete, abgefederte Zugapparate aufgenommen; die zwei Untergestelle sind aufserdem noch durch eine Notkupplung verbunden. Die Brücke trägt den Transformator; da dieser wieder nach dem System der Henkelrohre gekühlt wird, ist der Brückenträger als Luftkanal ausgeführt, in dem die vom Transformator kommende Kühlluft gesammelt und durch einen neben dem Transformator stehenden Ventilator über das Dach ins Freie geleitet wird. Jedes Untergestell enthält zwei in Reihe geschaltete Motoren, die in allen Einzelheiten genau wie die Motoren der 2 B B 2 Lokomotive ausgeführt werden (Abb. 14). Die Motoren werden ähnlich wie bei der 2 B B 2 Lokomotive durch eine aus einem oberen und unteren Teil bestehende Wanne aufgenommen (Abb. 15). Das Unterteil ist fest mit den beiden Rahmenblechen verbunden und enthält die Anker- und Vorgelegelager, auf dem Oberteil sitzen die Motorventilatoren. Da es im Wesen der tiefgelegenen Motoren liegt, dafs die Rahmenbleche stark ausgeschnitten werden müssen, ist zur Wiederherstellung der Festigkeit aufsen auf dem Rahmen eine Verstärkung des Untergurts aus Stahlformgufs (Zange) aufgelegt. Abb. 15 zeigt die Zange, die hier unter Zwischenschaltung eines dem Rahmenblech gleich starken Pafsbleches an das Unterteil angeschraubt ist. Die Überhöhung der Vorgelegewelle beträgt 250 mm; die Kraftübertragung erfolgt in gleicher Weise wie bei der 1 B - B 1 Lokomotive durch schräg angelenkte Triebstangen auf eine dreiecksförmige Kuppelstange.

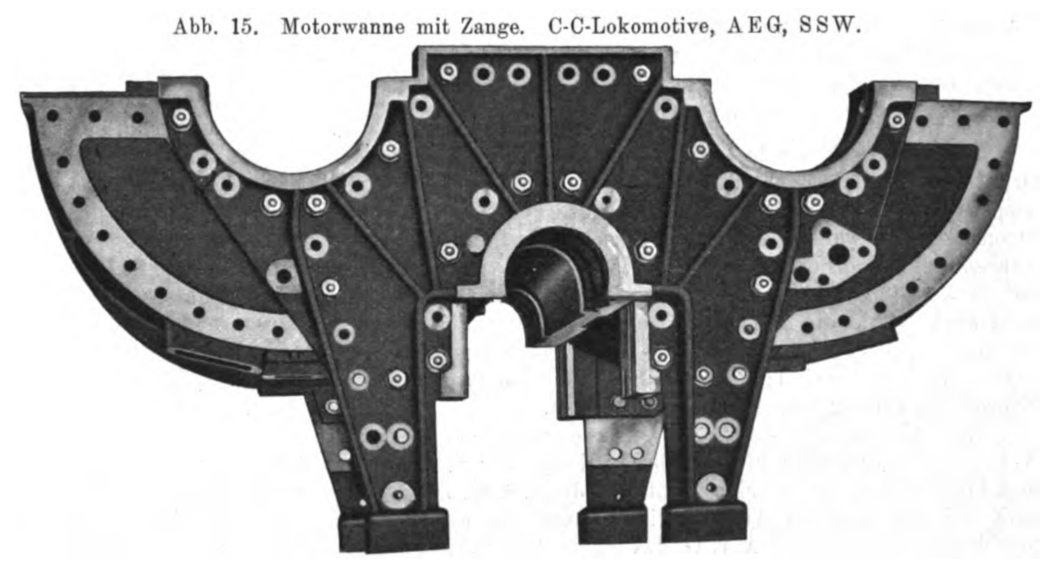
7. Leichte Güterzuglokomotive der Bauart 2 D 1, Tafel 20, Abb. 7 und 8.

Bei dieser Lokomotive sitzen die beiden in Reihe geschalteten Motoren in beiderseits angeordneten Stahlgufsschildern, welche die gemeinsamen Lagerschilde für beide Motorwellen und für die Vorgelegewelle bilden. Die Gehäuse der Motoren sind mit diesen Lagerschilden fest verflanscht, derart, dafs Motorgehäuse, Lagerschild und Lokomotivrahmen eine steife widerstandsfähige Triebswerkslagerung ergeben. Die Motoren treiben mittels beiderseits angeordneter Zahnradvorgelege die gemeinsame Vorgelegewelle, von der aus zwei um je 45° gegen die Vertikale geneigte Parallel-Kurbelgetriebe die Kraft auf zwei Blindwellen übertragen.

Wie bei dem Doppel-Parallelkurbelgetriebe der 2 C 2 Schnellzuglokomotive ist auch hier der Vorteil der stetigen Kraftübertragung gegeben, wodurch an der Vorgelegewelle ein gleichbleibender Zapfendruck auftritt. Da für die obere Antriebskurbel der Antrieb totpunktfrei ist und daher die Zahndrücke stets gleichbleibend sind, wird die Lebensdauer der Zahnräder günstig beeinflufst. Diese Bauart wird nach dem Vorschlag von Lotter hier zum erstenmal zur Ausführung kommen.

Wie bei den vorhergehenden Lokomotivausführungen ist das Ständerblechpaket einteilig ausgeführt und kann nach Entfernung des Gehäuseoberteils mit dem Anker nach oben herausgehoben werden. Der Transformator ist in einem besonderen Luftschacht, der von Kühlluft durchströmt wird, aufgestellt. Er ist so reichlich bemessen, dafs eine weitere Kühlung nicht notwendig erscheint. Zur Mischung des Öls im Transformator ist ein einfacher Ölumlauf zwischen Deckel und Boden des Transformators vorgesehen. Die Regelung der Geschwindigkeit und Zugkraft erfolgt durch den auf Seite 183 besprochenen Döry-Regler*).

Abb. 15. Motorwanne mit Zange. C-C-Lokomotive, AEG, SSW.



*) Weitere Beschreibungen jeder einzelnen Lokomotivgattung sind in Aussicht genommen, sobald die Lokomotiven dem Betriebe übergeben sind und praktische Erfahrungen über deren Bewährung vorliegen.

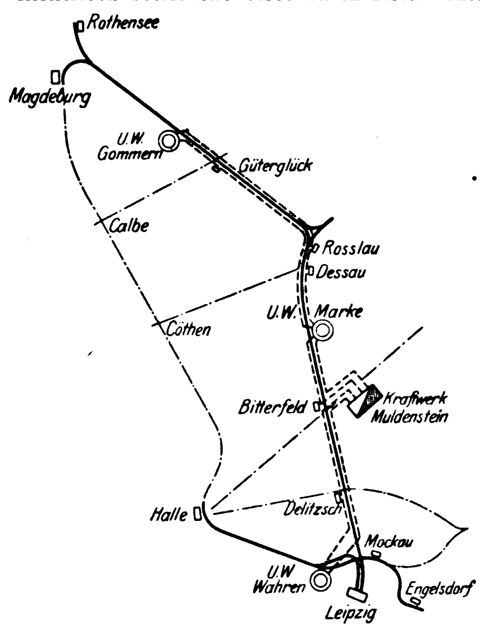
Die Entwicklung des elektrischen Vollbahnbetriebs in Mitteldeutschland.

Von Regierungsbaurat **Heinemann,** Vorstand des Reichsbahnmaschinenamts (West) Leipzig.

Hierzu Abb. 5 bis 8 auf Tafel 21 und Abb. 6 bis 9 auf Tafel 22.

Mitteldeutschland sollte die erste Gegend sein, in der in gröfserem Umfang ein elektrischer Vollbahnbetrieb mit einphasigem Wechselstrom erprobt wurde. Man wählte die Strecke Bitterfeld—Dessau (Abb. 1), die sich aus verschiedenen Gründen besonders gut zu dem Versuche eignete. Einmal bot sie als reine Flachlandbahn wenig Schwierigkeiten, ferner lag sie strategisch sehr günstig, d. h. etwaige Störungen beim Probebetrieb hätten keinen schädlichen Einflufs auf strategische Transporte ausüben können, und drittens bot sich in der mitteldeutschen Rohbraunkohle ein minderwertiger Brennstoff, dessen mittelbare Verwertung für den Lokomotivbetrieb von grofser Bedeutung erschien.

Abb. 1. Elektrisch betriebene Strecken in Mitteldeutschland.



Das Kraftwerk wurde 1910 in Muldenstein, einem kleinen Orte bei Bitterfeld, errichtet, wo ein Turbinensatz, von 4 Kesseln gespeist, die erforderliche Energie erzeugte. Die Leistung des Stromerzeugers war 3300 kW, die Maschinenspannung 3000 V, während die Transformatoren (2 je 2000 kVA) die Spannung auf 60 kV steigerten. Die Frequenz betrug 15 Perioden. Vom Kraftwerk wurde die Energie mittels Freileitungen und Kabel zu dem — jetzt eingegangenen — Unterwerk Bitterfeld geleitet, in dem zwei Transformatoren die Spannung auf die Fahrdrahtspannung von 10 kV herabsetzten.

An Fahrleitungssystemen waren zwei vertreten, das der A. E. G. (von Bitterfeld bis Raguhn) und das der S. S. W. auf dem übrigen Teil der Strecke. Während die S. S. W. ihr System auch bei dem späteren Ausbau (siehe unten) im wesentlichen beibehielten, änderte die A. E. G. das ihrige später verschiedentlich ab. Besonders charakteristisch ist für die alte Strecke der Stützpunktabstand von 75 m. Die parallel laufenden Schwachstromleitungen der Bahn und Post wurden bei der Probestrecke wie auch bei den neuen Strecken sämtlich gekabelt.

An Lokomotiven wurden sowohl Schnell- wie Güterzuglokomotiven erprobt. Sämtliche Lokomotiven erhielten h o c h g e l a g e r t e n M o t o r mit Stangenantrieb. Wesentliche Unterschiede waren nur in der Steuerung vorhanden.

Wenn man die Anlagen des damaligen Probebetriebs mit den heute als Norm geltenden Konstruktionen vergleicht, mufs man gestehen, dafs wesentliche Änderungen kaum vorgenommen worden sind. Nur die Lokomotiven sind, besonders was Antrieb und Steuerung anbelangt, anders gebaut worden. Andererseits kehrt man jetzt sogar in einigen Punkten zu den in der nachfolgenden Zeit verlassenen Grundsätzen zurück; ich erinnere an die verringerten Spannweiten der Fahrleitung.

Im Laufe des Probebetriebs ging man zu der inzwischen als Einheitsspannung gewählten Fahrdrahtspannung von 15 kV über, gleichzeitig wurde die Periodenzahl auf $16^2/_3$ erhöht.

Eröffnet wurde der elektrische Betrieb auf der Probestrecke am 19. Januar 1911.

Nach den günstigen Ergebnissen des Probebetriebs wurde dem Ausbau der Strecken Magdeburg—Bitterfeld—Leipzig, Leipzig—Halle und Wahren—Schönefeld zugestimmt. (Abb. 1). Schon im Jahre 1912 begannen die Bauausführungen. Bis zum Kriegsausbruch waren die Arbeiten fast völlig beendet. Im Mai 1914 wurde die Strecke Wahren—Schönefeld erstmalig unter Spannung gesetzt. Leider zwang der Krieg zur Unterbrechung des eben begonnenen Betriebs. Erst zwei Jahre nach dem Kriege gelang es, den Bahnbetrieb wieder aufzunehmen und in Teilstrecken allmählich zum vollen Betrieb überzugehen.

Im folgenden seien in grofsen Zügen die Anlagen des jetzt elektrisierten Netzes beschrieben und die Ergebnisse des bisherigen Betriebs behandelt.

Kraftwerk Muldenstein.

Für die Wahl des Ortes war ausschlaggebend einmal die Nähe der drei Braunkohlengruben »Deutsche Grube«, »Grube Leopold« und »Grube Auguste«, sowie die unmittelbare Nachbarschaft der Mulde. Der grofse Bedarf des Kraftwerkes an Kühlwasser für die Kondensatoren — bei Vollbetrieb etwa 35000 cbm täglich — rückt besonders die Frage der Wasserversorgung in den Vordergrund. Abb. 5, Taf. 21 veranschaulicht die Lage des Kraftwerks. Die in Selbstentladewagen von den Gruben kommende Kohle wird ohne jede Umladung unmittelbar den Kohlenbunkern zugeführt. Diese einfache Art der Kohlenversorgung ist durch die natürliche Geländegestaltung ermöglicht. Da die Kesselhaussohle tiefer liegt als das Gelände vor dem Kesselhaus, war man in der Lage, mittels zweier in der Neigung 1 : 40 angeschütteten Rampen die erforderliche Höhe zu gewinnen. Die Anordnung der Kessel mit den Feuerungen an den Aufsenseiten des Kesselhauses (siehe unten) verlangte zwei Kohlenzuführungsgleise im Kesselhaus. Der Betrieb spielt sich so ab, dafs die Wagen von den Gruben bis zum Bahnhof Muldenstein mit Dampflokomotiven gebracht und dann bis vor die Bunkergleise geschoben werden. Innerhalb des Kesselhauses übernimmt eine Seillokomotive das Verteilen der Wagen auf die einzelnen Bunker.

Charakteristisch ist die Anordnung der Kessel (Abb. 6, Taf. 21). Die Anordnung der drei 100 m hohen Schornsteine in der Mittelachse gibt kurze Füchse, während man durch die Lage der Bedienungsstände helle Heizerstände gewinnt; auch werden die Heizer im Rücken nicht durch andere Feuer belästigt. Ein Nachteil liegt darin, dafs der Heizer beim Bedienen mehrerer Kessel weitere Wege zurücklegen mufs.

Die Rohbraunkohle des Bitterfelder Gebietes gehört zu den jüngeren Kohlen, ihr Heizwert ist etwa 2150 WE. Gewonnen wird sie hier lediglich im Tagbau. Kennzeichnend für die Minderwertigkeit der Kohle ist ihr hoher Feuchtigkeitsgehalt (i. Mittel $50\,^0/_0$) und ihr starker Aschengehalt ($6-7\,^0/_0$).

Die 20 Kessel, die je 300 qm Heizfläche und 3 Feuerungen haben und von denen immer zwei einen gemeinsamen gufseisernen Vorwärmer besitzen, sind sämtlich Steilrohrkessel. Die Feuerung ist nach dem System von Keilmann u. Völcker als Treppenrost ausgebildet. An jeden Schornstein sind 8 Kessel angeschlossen.

Besondere Sorge macht in Braunkohlenkraftwerken die Beseitigung der Asche. In Muldenstein ist diese Aufgabe in ausgezeichneter Weise durch Einbau einer Sauganlage gelöst. Ein das ganze Kesselhaus durchziehendes Rohrnetz wird von einer

Kolbenluftpumpe unter Unterdruck gesetzt. Die Aschen- oder Schlackenabfallstellen eines jeden Kessels sind an dieses Netz angeschlossen. Die von der zutretenden Luft getragene Asche wird erst einem Vorbehälter zugeführt, in dem sich die schwereren Teile absetzen. Dann durchläuft der Aschenstrom einen zweiten, gleichgrofsen Behälter, der die feine Asche zurückhält. Schliefslich wird die Luft in einem sogenannten Nafsfilter gewaschen und in einem Trockenfilter von den letzten Spuren Asche gereinigt, bevor sie in die Pumpen eintritt. Die Unterhaltungs- und Bedienungskosten der Aschenförderanlage sind gering.

Das Muldewasser ist zwar nicht sehr hart (8—9°), trotzdem wird es durch eine Kalk-Sodaanlage gereinigt; mit 3—4° fliefst es den Kesseln zu. Zur mechanischen Reinigung dienen Kiesfilter. Der Kesselsteinansatz ist gering zu nennen. Es finden sich aber leichte Anfressungen, die wahrscheinlich auf die Einwirkung von Sauerstoff oder Kohlensäure zurückzuführen sind. Eine Entgasung des Wassers erscheint sehr erwünscht und ist ins Auge gefafst.

Je 2 Kessel (zusammen 6 Feuerungen) werden von einem Heizer bedient. Für die Beaufsichtigung aller Wasserstände und die maschinellen Einrichtungen der Kessel ist ein Wasserstandswärter bestellt. Bei Vollbetrieb wird das gute Zusammenarbeiten der Kessel durch einen Oberheizer überwacht werden.

Der aufserordentlich stark schwankende Bahnbetrieb stellt an die Kesselanlage sehr hohe Anforderungen. Das Verhältnis der mittleren Belastung zur Spitzenbelastung betrug noch vor kurzem 1:3, durch Erweiterung des elektrischen Betriebes ist es jedoch auf 1:2,2 herabgegangen. Die Verbrennung ist trotz des unregelmäfsigen Betriebes gut. Der CO_2-Gehalt der Abgase beträgt etwa 12 %, ihre Temperatur ist etwa 200°. Adosapparate schreiben den Kohlensäuregehalt selbsttätig auf, aufserdem werden täglich Analysen mit dem Orsatapparat vorgenommen. Neuerdings sind selbstschreibende Dampfuhren vorgesehen. Ferner ist beabsichtigt, die selbsttätige Speisung durch Speisung von Hand zu ersetzen. Tief gelegene Wasserstandsanzeiger sollen künftig dem Heizer eine leichtere Überwachung des Wasserstandes ermöglichen. Der Kesselwirkungsgrad beträgt z. Z. etwa 70 %. Bei einer etwaigen Erweiterung des Kraftwerkes wird eine Wärmespeicherung in irgend einer Form durchgeführt werden.

Der im Höchstfalle auf 375° überhitzte und auf 15 at gespannte Dampf wird den 5 Turbinen in 3 Rohrgängen zugeführt. Der Dampf kommt mit etwa 13 at zu den Turbinen, die Überhitzung beträgt noch ungefähr 300°. Jede Turbine hat eine der Generatorgröfse von 3300 kW entsprechende Leistung, die Umdrehzahl ist 1000. Die Kondensationssätze, die sich im Keller befinden, haben Turbinenantrieb. Das Vakuum beträgt etwa 95 bis 98 %. Der Abdampf der Kondensatturbinen wurde bei einem Teil der Turbinen bis vor kurzem in den Kondensator geleitet; seitdem er jedoch der ersten Stufe der Hauptturbine zugeführt wird, ist der Dampfverbrauch um über 10 v. H. gesunken.

Bei dem jetzigen Betrieb ist der Dampfverbrauch i. M. 9,5 kg/kWh; die Verdampfung ist eine 2,2fache, so dafs ein Kohlenverbrauch von etwa 4,3 kg/kWh entsteht. In Wärmeeinheiten ausgedrückt, würde die kWh einen Aufwand von etwa 9200 WE erfordern. Es ist zu erwarten, dafs sich mit zunehmendem Betriebe der Wirkungsgrad bessert. Ganz wird sich allerdings bei der stark schwankenden Belastung der Wärmeverbrauch eines neuzeitlichen Grofskraftwerks für allgemeine Versorgung nicht erreichen lassen. Abb. 6, Taf. 22 veranschaulicht den derzeitigen Verlauf der Belastung innerhalb 24 Stunden.

Die Stromerzeuger, die eine Klemmenspannung von 3300 V haben, werden mit 110 V Gleichstrom erregt und können während 3 Minuten auf 4600 kW überlastet werden. Die Spannungsregelung geschieht selbsttätig durch Tirillregler. Bei Kurzschlüssen, die verhältnismäfsig zahlreich sind, wird das Anwachsen der Spannung durch Schwächen der Erregung selbsttätig verhindert.

Jeder Stromerzeuger versorgt 2 Transformatoren von je 2000 kVA Leistung. Die Hochvoltseite hat 60 kV; ihr Mittelpunkt ist über einen Wasserwiderstand geerdet. Die Erdschlufsstromstärke ist dadurch begrenzt auf 2,8 A.

Das Schalthaus enthält neben den Transformatoren die erforderlichen Schalter und Schutzeinrichtungen. Abb. 7, Taf. 22 stellt ein vereinfachtes Schaltbild des Kraftwerks dar.

Die Bedienung der Ölschalter erfolgt durch Fernbetätigung von der im Maschinenhaus gelegenen Schaltbühne aus. Der Schaltbühnenwärter hat auch alle Ferngespräche zwischen den Unterwerken und dem Kraftwerk entgegenzunehmen. Alle Stellen der elektrischen Zugförderung sind nämlich durch ein besonderes Fernsprechnetz miteinander verbunden.

Die örtliche Leitung des Kraftwerks hat ein aus der Maschinenmeisterlaufbahn hervorgegangener Beamter. Das Kraftwerk untersteht dem Maschinenamt West Leipzig, das auch für alle anderen Anlagen der elektrischen Zugförderung die betriebführende Stelle ist. Aufser dem Leiter des Kraftwerks sind nur noch 5 Beamte mit reiner Aufsichtstätigkeit vorhanden, darunter 3 Maschinenmeister im Tag- und Nachtdienst. Die Gesamtbelegschaft beträgt z. Z. 103 Köpfe, bei Vollbetrieb werden etwa 130 nötig sein. In Anbetracht des grofsen Wertes, den das Kraftwerk darstellt, und der ungeheuren Materialmengen, deren wirtschaftliche Verwertung in die Hand des Kraftwerks gelegt ist, ist der Personalaufwand gering. Fast alle Unterhaltungsarbeiten, auch diejenigen für die baulichen Anlagen, führt das Kraftwerk mit eigenen Leuten aus.

Zur Zeit laufen 2 Turbinen. Dazu reichen 5—6 Kessel aus. Der cos. φ ist, wie bei Bahnbetrieb im allgemeinen und bei der noch unzureichenden Belastung des Kraftwerks im besonderen, nicht sehr günstig. Er beträgt, an den Maschinen des Kraftwerks gemessen, etwa 0,65, d. h. bei 3000 kW nutzbar abgegebener Leistung z. B. müssen in den Maschinen 4600 kVA erzeugt werden.

Unterwerke und Leitungsanlagen.

Unterwerke.

Abb. 1 zeigt die Lage der drei Unterwerke — Wahren bei Leipzig, Marke bei Dessau und Gommern bei Magdeburg —, ferner sind die 60 kV Fernleitungen sowie die elektrisierten Hauptgleise zu ersehen. Wahren hat vier Transformatoren zu je 1500 kVA, Marke drei von gleicher Leistung und Gommern zwei Transformatoren zu je 1800 kVA.

Die Orte, an denen die Unterwerke errichtet worden sind, hat man seiner Zeit in erster Linie nach dem Spannungsabfall bestimmt. Dadurch kam man z. B. bei Marke in eine Gegend, die für Personalgewinnung und Überwachung ungünstig liegt. Es empfiehlt sich daher und weil sich die Leistung des Unterwerks und damit der Spannungsabfall fortwährend ändert, sei es durch den Fahrplanwechsel oder auch nur durch Verspätungen, die Unterwerke möglichst dort unterzubringen, wo Strecken abzweigen oder kreuzen und wo obige Mängel nicht bestehen. Die Unterwerke enthalten im wesentlichen die gleiche Ausrüstung, wie sie in der Schaltanlage des Kraftwerks vorhanden ist. Die Transformatoren spannen von 60 kV auf die Fahrleitungsspannung von 15 kV um. Ein vereinfachtes Schaltbild eines Unterwerks zeigt Abb. 8, Taf. 22.

Bedient wird jedes Unterwerk in dreischichtigem Wechsel. Die Hauptaufgabe des Unterwerkswärters ist die Regelung der Fahrleitungsschaltungen in seinem Bezirk. Aus dem Grunde mufs er die örtlichen Verhältnisse der Bahnhöfe kennen und mit den Arbeiten an den Fahrleitungen vertraut sein. Er arbeitet durch Fernsprecher mit den Leitungskolonnen und Bahnhöfen aufs engste zusammen. Wenn die Stellung eines Fahrleitungsschalters geändert wird, kennzeichnet dies der Wärter auf einer Tafel. Alle wichtigen Gespräche müssen in ein besonderes Buch eingetragen werden. Das gilt auch für die Führer der Leitungskolonnen und die Stellwerksbeamten, die Schaltgespräche usw. führen.

Kurzschlüsse haben sofortiges selbsttätiges Öffnen des betreffenden Ölschalters und damit Aufserspannungsetzen des

betroffenen Fahrleitungsabschnittes zur Folge. Dem Wärter gibt sich das Herausfallen des Schalters durch ein hör- und sichtbares Zeichen zu erkennen. Die Fahrleitungsölschalter im Unterwerk haben Momentauslösung, die Fernleitungsschalter im Unterwerk lösen nach 2—3 Sekunden und die Schalter im Kraftwerk erst nach 4—5 Sekunden aus.

An Unterhaltungsarbeiten sind in erster Linie Ölschalteruntersuchungen zu nennen. Nach 15 Kurzschlüssen mufs jeder Ölschalter nachgesehen werden. Wichtig ist vor allem das Reinigen des Öls. Hierzu dienen besondere Ölfilterpumpen.

Schwere Störungen in den Unterwerken sind durch Schadhaftwerden von Transformatoren entstanden. Verstärkung der Spulenabstützung scheint hier genügend Abhilfe gebracht zu haben. Die ursprünglich vorhandenen Wasserwiderstände für die Überspannungsschutzeinrichtungen sind durch Öl- oder Luftwiderstände ersetzt worden.

Fernleitungen.

Die 60 kV Fernleitungen sind überall in doppelter Anzahl und zwar doppelpolig verlegt, so dafs immer eine Reserveleitung zur Verfügung steht. Im Gegensatz zur Reichsbahndirektion Breslau, in deren Bezirk die Fernleitungen zum grofsen Teil fernab von der Bahn zum Teil in wenig zugänglicher Gegend verlegt sind, hat die Direktion Halle die Gestänge der Fahrleitungen für die Fernleitungen mitbenutzt. Abb. 9 zeigt diese Anordnung. Sowohl die im Bezirk Breslau wie die in Mitteldeutschland gewählte Anordnung hat ihre Nachteile. Bei der ersteren ist das Herankommen an eine Störungsstelle sowie der Transport von Teilen zeitraubend und schwierig. Die Ausführung im Bezirk Halle bietet den Nachteil, dafs bei Unfällen, die die Eisenkonstruktionen in Mitleidenschaft ziehen, auch die wichtigen Fernleitungen lahmgelegt werden. Am besten wird die Verlegung neben dem Bahnkörper auf besonderen Masten sein.

Es sind fast ausschliefslich Stützisolatoren verwendet, für die die Spannung von 60 kV (30 kV dauernd gegen Erde) etwa die Grenze nach oben sein wird. Andere Isolatoren (Kappen- und Hewlettisolatoren) wurden nur dort eingebaut, wo die Abgase chemischer Fabriken die Überschlagspannung der Stützisolatoren stark herabsetzten. Besonders in und bei Bitterfeld mufste zu diesen Isolatoren gegriffen werden. Nachdem mit den vor dem Kriege eingebauten Stützisolatoren schlechte Erfahrungen gemacht worden waren, glaubt man jetzt in 2 Arten Stützisolatoren, solchen die zusammengehanfte Porzellanteile haben und Isolatoren, deren Porzellanteile mit besonderem Kitt verbunden sind, das richtige gefunden zu haben. Leider machen sich erfahrungsgemäfs, wenigstens bei gekitteten Isolatoren, Fehlgriffe nicht vor etwa 5 Jahren bemerkbar.

Das Material der Leitungen ist Kupfer oder Aluminium. Beides ist im allgemeinen gleich gut. Nur in der Nähe chemischer Fabriken ist Aluminium wegen starker Oxydation nicht zu empfehen. Über Bahnsteigen und verkehrsreichen Wegen sind Netzleiter d. h. Doppelstränge mit Querverbindungen angebracht. Jetzt begnügt man sich an solchen Stellen mit einem Leiter und Doppelisolatoren.

Schwerere Störungen traten an den Fernleitungen infolge von Isolator-Durch- und -Überschlägen auf. Der Lichtbogen bleibt stehen und verschmort das Seil mitunter so stark, dafs es abreifst. Vereinzelt kamen auch Seilbrüche als Folge von schlechtem Stromübergang und Anfressungen der Seile vor. In der Nähe der chemischen Fabriken reichten die 5 gliedrigen Hängeisolatorenketten nicht aus. Es mufste zu 6 Gliedern übergegangen werden. Die Störungen an den Leitungen sind hier jedoch so schwere, dafs man sich entschlossen hat, die Fernleitungen aus dem Gebiet der chemischen Fabriken heraus zu verlegen. Erdschlüsse, d. h. Berühren einer Phase mit Erde gestatten ein kurzzeitiges Weiterführen des Betriebes der betreffenden Fernleitung, doch ist dafür gesorgt, dafs das Kraftwerk durch Erdschlufsanzeiger selbsttätig davon unterrichtet wird; es mufs dann sofort ein Leitungswechsel vorgenommen werden. Bei der Wichtigkeit der Fernleitungen mufs in jeder Beziehung für sorgsame Verlegung und gute Unterhaltung Sorge getragen werden.

Fahrleitungen.

Über die auf den deutschen Bahnen in Anwendung gekommenen Fahrleitungssysteme ist in der Literatur mehrfach ausführlich berichtet, so dafs hier auf Einzelheiten nicht eingegangen werden soll. Im wesentlichen besteht eine Fahrleitung aus dem vom Lokomotivbügel bestrichenen Fahrdraht und dem Tragseil, an dem der Fahrdraht durch Hängedrähte befestigt ist. Der Fahrdraht mufs zwecks einwandfreier Stromentnahme auch bei hohen Geschwindigkeiten stets möglichst horizontal liegen. Um diese Forderung zu erfüllen, sind von den Erbauerfirmen verschiedene Ausführungsformen angewendet worden.

Die — durchweg doppelt durchgeführte — Isolation besteht aus den im Fahrleitungsbau bekannten Glocken und Doppelglocken (Abb. 8, Taf. 21). Leider hat man mit den ursprünglich verwendeten aus zwei gekitteten Scherben bestehenden Isolatoren sehr schlechte Erfahrungen gemacht. Es entstanden infolge Treibens des Kittes Risse, die Folge waren Durchschläge und damit Kurzschlüsse. Man ging daher zu ungekitteten, d. h. einscherbigen Isolatoren über. Die rechte Seite der Abb. 8 zeigt die alte Art, die linke Seite eine neue Art der Isolatoren.

Das Material der Drähte und Seile ist auch verschieden. Der Fahrdraht bestand vor dem Kriege nur aus Kupfer von 100 qmm (Hauptgleise) und 80 qmm (Nebengleise). Die Kriegsnot und ihre Folgezeit veranlafste die Eisenbahnverwaltung zum Einbau von Eisendraht. Die Versuche, nicht nur in Nebengleisen, sondern auch in Hauptgleisen Eisenfahrdraht zu verlegen, haben kein günstiges Ergebnis gehabt. In Hauptgleisen ist zur Stromleitung ein besonderes Aluminiumspeiseseil über dem Eisenfahrdraht verlegt; etwa alle 200 m ist eine Aluminiumverbindung zwischen Seil und Draht eingebaut.

Für das Tragseil bei Kupferfahrdraht ist sowohl Stahl wie Bronze und versuchsweise auch Kupferpanzerseil verwendet worden. Es hat den Anschein, als wenn sich in Mitteldeutschland, wahrscheinlich infolge der Braunkohlenabgase, Stahl nicht hält. In der Nähe chemischer Fabriken wird ausschliefslich Bronze eingebaut.

Zweifellos wird sich das Urteil, ob ein bestimmtes Material für den elektrischen Bahnbetrieb geeignet ist oder nicht, nicht zum wenigsten danach richten müssen, ob auf den elektrisierten Strecken noch Dampflokomotivbetrieb in gröfserem Umfange vorhanden ist. Die Rauchgase der Dampflokomotive greifen nicht nur alle Materialien an, sondern verschmutzen auch die Isolatoren. Kurzschlüsse, deren Ursache unermittelt geblieben ist, sind zumeist auf den Einflufs der Lokomotivgase zurückzuführen.

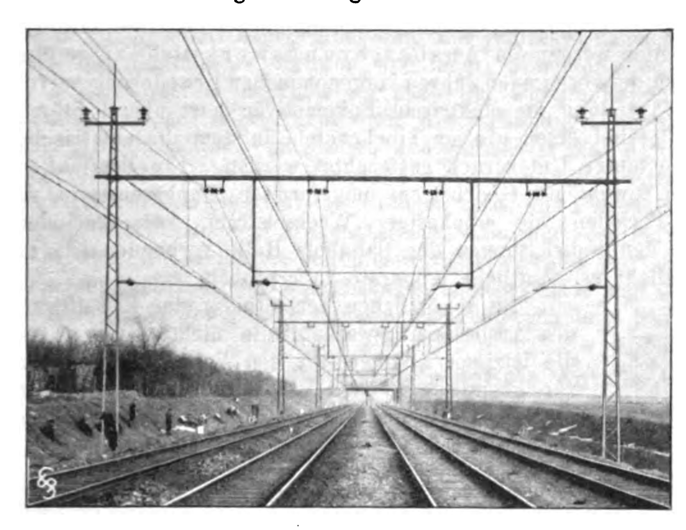
Die Spannweiten sind, wo irgend angängig, 100 m. An vielen Stellen hat sich aber bei Sturm trotz Zickzackverlegung ein zu grofser Seitenausschlag des Fahrdrahts ergeben. Die Folge waren häufige Bügelentgleisungen und -zerstörungen. Es blieb nur der Ausweg, Zwischenmaste zu setzen.

Das Quertragwerk besteht auch auf Bahnhöfen gewöhnlich aus einem Querträger von zwei U-Eisen. Nur auf dem Bahnhof Gröbers ist ein Versuch mit Querseilaufhängung gemacht worden. Hierbei sind trotz der grofsen Breite des Bahnhofs (90 m) nur zwei Maste erforderlich. Einige Abänderungen scheinen diese Aufhängung zu einer brauchbaren gestaltet zu haben. Allerdings hatte man gerade hier mit Braunkohlenasche zu kämpfen, die besonders die Isolatoren verschmutzt, so dafs Überschläge eintraten. Die Querseilaufhängung ist für die Sichtbarkeit der Strecke (Signale) zweifellos günstiger als die Querträgeraufhängung. Aber auch der damit verbundene Fortfall von Zwischenmasten auf den Bahnhöfen erleichtert

Gleisänderungen und vermeidet bei Entgleisungen von Fahrzeugen das An- oder Umfahren von Masten. Gegen diese Beschädigungen sind übrigens Betonabwehrer und Führungsschienen mit Erfolg als Abwehrmittel eingebaut.

Besonders kritische Punkte der Fahrleitungen sind Brücken, Bahnsteigüberdachungen, Ladestrafsen usw. Das Lichtraumprofil der Brücken war ursprünglich teilweise so gering, dafs man an einigen Stellen den Fahrdraht seitlich verlegen mufste, weil oben der Isolationsabstand zwischen Fahrdraht und Brücke nicht genügte. Das erforderte besonders breite Lokomotivbügel und symmetrisch zur Gleismitte einen zweiten Fahrdraht zur Führung (Fahrdrahtdoppelung). Die niedrige Fahrdrahthöhe

Abb. 2. Fahrleitungsanordnung der mitteldeutschen Strecken.



einerseits und der mitunter unzureichende Deckenschutz feuergefährlicher Ladungen andererseits führten öfter zu Bränden. Man mufste deshalb daran gehen, die Doppelungen zu beseitigen, und zwar wurden entweder die Brücken gehoben oder die Gleise gesenkt. Isolatoren werden jetzt unter den Brücken möglichst nicht eingebaut, da sie infolge Verschmutzung eine Quelle von Störungen bilden; grundsätzlich werden die Isolatoren da, wo sie niedrig liegen, wie vor den Brücken usw. aufserhalb der Gleismitte angeordnet, um sie den Rauchgasen der Dampflokomotiven weniger auszusetzen. Verschiedentlich kam man mit der doppelten Isolation im Tragseil nicht aus. So wurde in den Hallen des Hauptbahnhofs Leipzig und in der Nähe chemischer Fabriken dreifache Isolation eingebaut.

Eine bemerkenswerte Konstruktion befindet sich an der Hallenschürze des Leipziger Hauptbahnhofs (Abb. 7, Taf. 21). Da an dieser Stelle gewöhnlich die Lokomotiven der abfahrenden Züge halten und das Personal der Dampflokomotiven meist vor der Abfahrt noch verschiedene Untersuchungen vornimmt, die es zum Besteigen des Langkessels veranlassen (z. B. Nachsehen des Sandkastens), ereigneten sich hier in der ersten Zeit leider einige tödliche Unfälle. Der Fahrdraht war damals unterhalb des Trägers durchgeführt — in der Abbildung gestrichelt gezeichnet — und lag 4,87 m über S. O. Bei der neuen Anordnung ist der Gleitbügel nur beim Befahren mit einer elektrischen Lokomotive unter Spannung; der dauernd unter Spannung stehende Fahrdraht liegt aber so hoch, dafs ein zufälliges Berühren nicht möglich ist.

Die Unterwerke und Fahrleitungen unterstehen drei Fahrleitungsmeistereien, die je bis zu 15 Bahnmeistereibezirke umfassen. Die Speisebezirke der drei Unterwerke fallen mit den Bezirken der Fahrleitungsmeistereien zusammen.

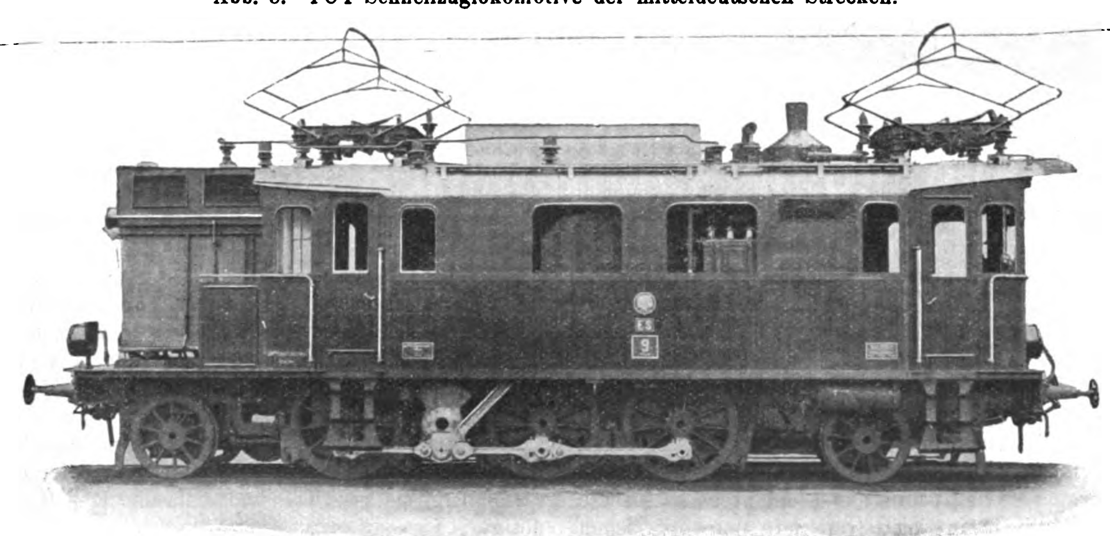
Für Unfälle stehen besondere Hilfsgerätewagen (Werkstatts-, Mannschafts- und Mastwagen) zur Verfügung. Benzoldräsinen sorgen für rasche Beförderung von Personen und Material. Als recht brauchbar haben sich normalspurige, fahrbare Leitern erwiesen, zumal auf belebten Strecken, da sie rasch aus- und eingesetzt werden können.

Lokomotiven.

Es sind in Mitteldeutschland nur noch zwei Lokomotivarten im Gebrauch. Als Schnellzuglokomotive wird die 1 C 1 Lokomotive der Maffei-Schwartzkopf-Werke und als Güterzuglokomotive die B + B Lokomotive der A. E. G. verwendet.

Die mit zwei Führerständen ausgestattete Schnellzuglokomotive (Abb. 3) besitzt einen hochgelagerten Motor von etwa 1500 PS Stundenleistung, der mittels Blindwelle die Leistung auf die Treibräder überträgt. Die Lokomotive vermag Züge von 550 t auf der Geraden mit 60 km/Std. bzw. 400 t mit 110 km/Std. zu befördern. Der elektrische Teil ist bis auf die Steuerung normal. Abb. 9, Taf. 22 stellt das Schaltbild der Steuerung dar. Die Steuerung ist eine rein mechanische. Durch ein Handrad werden Schalter betätigt, die unter Zuhilfenahme eines Zusatztransformators dem Motor um 40 V voneinander verschiedene Spannungen zuführen.

Abb. 3. 1 C 1 Schnellzuglokomotive der mitteldeutschen Strecken.



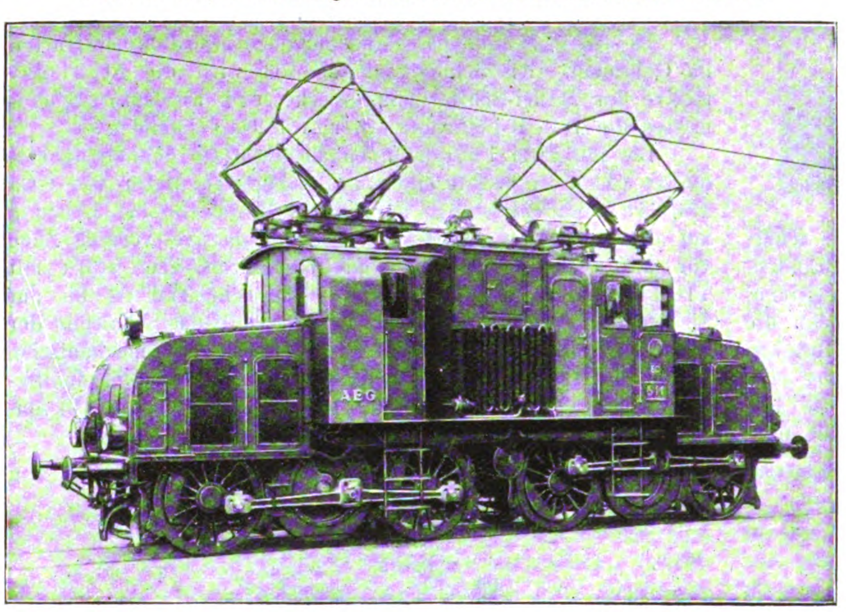
Die Beanspruchung der Lokomotiven ist im Betriebe mitunter sehr hoch. Da bei Personenzügen eine Verringerung der Anhängelast nicht möglich ist, mufs eben die Lokomotive das ihr angehängte Gewicht schleppen. Wohl in erster Linie auf diesen Umstand sind die Schäden zurückzuführen, die an

den Schnellzuglokomotiven und zwar in der Hauptsache am mechanischen Teil aufgetreten sind. Federbrüche waren recht häufig. Dann aber brachen auch verschiedentlich die Kurbelzapfen der Motor- und Blindwellen ab. Wahrscheinlich ist die Ursache hierfür auch mit darin zu suchen, dafs die Zapfen aus einem Stück mit den Kurbeln geschmiedet sind. Jetzt werden für Blindwellen nur noch eingesetzte Zapfen verwendet, die Kurbelscheiben der Motorwellen werden verstärkt.

Die Lokomotiven sind mit einem Heizkessel ausgerüstet. Im Laufe des letzten Winters hat sich die Unzulänglichkeit dieser Kessel herausgestellt, so dafs im nächsten Winter wahrscheinlich sämtliche Züge mit Heizkesselwagen gefahren werden.

Die Güterzuglokomotive (Abb. 4) besitzt zwei Motoren mit Zahnradübersetzung. Die Lokomotive besteht aus dem Mittelteil mit den beiden Führerständen und der Hochspannungskammer sowie aus den symmetrisch zum Mittelteil angeordneten beiden Drehgestellen mit den Motoren. Die Stundenleistung beider Motoren beträgt etwa 1200 PS. Die Lokomotive befördert auf der Geraden Züge von 1200 t mit 50 km/Std. (Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive). Die Steuerung ist eine elektromagnetische Schützensteuerung, d. h. durch das Steuerrad auf dem Führerstand wird nacheinander die Erregung von Magneten eingeschaltet, deren Anker Kontakte im Motorkreise schliefsen.

Abb. 4. B + B Güterzuglokomotive der mitteldeutschen Strecken.



An diesen Lokomotiven wurden die Motoren verbessert und die Steuerung etwas vereinfacht. Motorschäden kommen noch hin und wieder vor. Die Güterzuglokomotive wird, soweit es der Betrieb irgend gestattet, vor Überlastungen geschützt; der cos. φ der Güterzuglokomotiven während des Beharrungszustandes wurde gelegentlich der Abnahmefahrten zu 0,9 ermittelt. Beim Anfahren ist er, wie bei allen Lokomotiven, wesentlich ungünstiger. Der Wirkungsgrad der Lokomotive (Verhältnis: Leistung am Zughaken zu Leistung am Stromabnehmer) betrug etwa 0,45.

Es mufs beachtet werden, dafs beide Lokomotivtypen bereits vor dem Kriege fertig waren und in ihren Leistungen den wesentlich leichteren Vorkriegsbedingungen entsprechen. Heute treten diese Lokomotiven in Wettstreit mit den inzwischen verbesserten und verstärkten Dampflokomotiven. Ein genaues Urteil kann man deshalb für die vorhandenen Lokomotiven nicht ohne weiteres fällen. Das mitteldeutsche Netz wird demnächst neue, wesentlich leistungsfähigere Lokomotiven erhalten. Im Bau sind 2 C 2 Personenzuglokomotiven und 1 B + B 1 Güterzuglokomotiven.

Werkstätten.

An Betriebswerken, denen elektrische Lokomotiven zugeteilt sind, kommen Leipzig, Wahren, Bitterfeld und Rothensee in Betracht. Auf genauere Untersuchung sind vorläufig nur die Betriebswerke Leipzig und Wahren eingerichtet. Ein 15 t Kran ermöglicht hier das Herausnehmen auch der schwersten Teile. In Leipzig ist der Betriebsschuppen von der Werkstatt getrennt, in Wahren sind beide vereinigt. Letzterer Anordnung ist der Vorzug zu geben. Die Ausrüstung mit Werkzeugen und Werkzeugmaschinen ist nicht wesentlich verschieden von derjenigen der Werkstätten für Dampflokomotiven. Besondere Einrichtungen sind für das Filtern des Öls erforderlich; diese Arbeit kommt verhältnismäfsig häufig vor und mufs recht sorgfältig ausgeführt werden.

Die Hauptuntersuchungen und umfangreichen Unterhaltungsarbeiten werden im Ausbesserungswerk Halle ausgeführt. Nach der vor einigen Jahren vorgenommenen Erweiterung verfügt die Abteilung für elektrische Lokomotiven jetzt über 9 Stände. Sie besitzt einen grofsen Trockenofen, in dem die elektrischen Teile unter Unterdruck entfeuchtet werden. Ein Prüffeld, in dem sowohl aus Gleichstrom umgeformter Einphasenstrom von 50 Perioden wie einphasiger Wechselstrom, $16^2/_3$ Perioden, von den Fahrleitungen des Bahnhofs Halle vorhanden ist, ermöglicht es, sämtliche Apparate zu erproben.

Da die örtlichen Verhältnisse eine Erweiterung des Ausbesserungswerks Halle nicht zulassen und die jetzigen Anlagen für den Vollbahnbetrieb unzureichend sind, wird z. Z. in Dessau ein neues Werk gebaut, das lediglich für die Unterhaltung elektrischer Lokomotiven bestimmt ist.

Betriebszahlen.

Die Entwicklung des elektrischen Zugbetriebes seit der Eröffnung im Januar 1921 ist zwar gehemmt durch den Mangel an Lokomotiven, trotzdem sind aber im gegebenen Rahmen ganz ansehnliche Leistungen vollbracht worden. Während z. B. im Februar 1921 die geleisteten Lokkm 4000 und die tkm 2,0 Millionen betrugen, sind die Zahlen angewachsen im Juni d. J. auf 178000 Lokkm und 66,5 Millionen tkm. Der Aufwand an Wh für 1 tkm schwankt zwischen 15 und 18 (1923/24).

Der Ausbesserungsstand der Güterzuglokomotiven ist 20 bis 25 %, der der Personenzuglokomotiven höher wegen der oben erwähnten Verhältnisse. Der Schmierstoffverbrauch hält sich in erträglichen Grenzen (etwa 27 kg für 1000 Einheits-km), doch sind verschiedene Verbesserungen in Vorbereitung, die auf Herabsetzung des Stoffverbrauchs hinzielen.

Der Aufwand an Wärmeeinheiten für Dampfbetrieb zum Aufwand für elektrischen Betrieb verhält sich wie 1 : 0,7.

Die Zahl der Kurzschlüsse ist noch hoch, sie hat aber bei weitem nicht in dem Mafse zugenommen wie die Länge der Betriebsstrecken. Während in den letzten drei Monaten des Jahres 1921 bei 150 km Fahrleitungslänge 187 Kurzschlüsse eintraten, beträgt heute die Zahl in drei Monaten 232, aber bei 570 km Leitung.

Es werden z. Z. täglich 42 Personen- bzw. Schnellzüge und 74 Güterzüge elektrisch befördert. Hierzu werden dienstplanmäfsig sieben 1 C 1 und siebzehn B + B Lokomotiven benötigt.

Der Betrieb umfafst etwa die Hälfte des vorgesehenen Programms. Mangel an Lokomotiven ist schuld daran, dafs die Belastung nicht höher ist. Auch für das Kraftwerk wird man erst dann zu einem vollbefriedigenden Ergebnis kommen, wenn es voll belastet ist und wenn das Werk aufserdem eine gute Grundbelastung hat. Eine solche Belastung würde

die Stromlieferung an grofse Bahnhöfe und Werkstätten sowie an Dritte darstellen. Bis jetzt ist nur das Kraftwerk Halle mittels umlaufender Umformer angeschlossen. Demnächst wird das Kraftwerk Wahren ebenfalls seine Energie von Muldenstein erhalten. Hier wird zum ersten Male ein Gleichrichter für $16^2/_3$ Perioden erprobt.

Die niedrige Periodenzahl macht nach früheren Erfahrungen das Licht für Bürozwecke ungeeignet. Trotzdem ist der Versuch gemacht worden, einen Bahnhof und zwar Mockau bei Leipzig in unmittelbarem Anschlufs an die Fahrleitungen zu beleuchten. Der Versuch ist als durchaus geglückt zu bezeichnen. Die Anlage ist seit September v. Js. im Betrieb und hat ohne jede Störung gearbeitet. Für Aufsenlampen sind 500 W-Lampen verwendet, für Bürobeleuchtung 50 HK Kohlenfadenlampen, die noch besonders abgeblendet sind und indirekte Beleuchtung mit 500 W-Lampen. Motoren sind nicht vorhanden.

Bei dieser Gelegenheit sei auch der Unfälle Erwähnung getan, die auf Einwirkung der Hochspannungsbahnanlagen zurückzuführen sind. Im grofsen und ganzen ist eine Abnahme der tödlichen Unfälle zu verzeichnen. In der ersten Zeit des elektrischen Betriebes traf das Unglück meist die Personale von Dampflokomotiven und Wagenaufseher. Nachdem das Personal jetzt aber die Gefahren gewohnheitsmäfsig meidet und einige kritische Stellen in den Fahrleitungen beseitigt sind, sind solche Unfälle selten geworden. Dagegen ereignen sich jetzt häufiger Unfälle unter den Bediensteten der Fahrleitungsmeistereien. Zum Teil mag der sich immer mehr ausdehnende Betrieb schuld daran sein, zum Teil ist es aber auch auf eine gewisse Gleichgültigkeit gegen die Gefahren, von denen die Leute ja dauernd umgeben sind, zurückzuführen. Auch Selbstmorde haben sich eine ganze Reihe zugetragen.

Pläne für weitere Elektrisierung.

Ein Blick auf die Karte zeigt, dafs die bisher elektrisierten Strecken ihre Fortsetzung in der Strecke Halle—Cöthen—Magdeburg finden müssen. Dieser naheliegende Plan war in allen Einzelheiten fertig, leider zwangen die jüngsten finanziellen Einschränkungen zur vorläufigen Aufgabe dieses Projekts.

Ferner war — in weiterer Ferne — geplant, eine Verbindung des mitteldeutschen mit dem schlesischen Netz durch Elektrisierung der Strecke Leipzig—Dresden—Görlitz herzustellen. Auch die Strecke Leipzig—Hof sollte elektrisiert werden, als Bindeglied zwischen dem mitteldeutschen und bayrischen Netz. Schliefslich dachte man auch an die Ausrüstung der Strecke Berlin—Halle und Fortsetzung nach Thüringen. Wann diese Pläne ihre Verwirklichung finden, ist z. Z. nicht abzusehen. Eine weitergehende Elektrisierung würde nicht nur in wärmetechnischer Hinsicht wesentliche Vorteile bringen, sondern auch die Lokomotiven könnten vielseitiger verwendet werden.

Besichtigung der elektrischen Zugförderungsanlagen der schlesischen Gebirgsbahnen durch ausländische Fachleute.

Von Oberregierungsbaurat **Usbeck**, Breslau.

Im Oktober vorigen Jahres fand eine Besichtigung des elektrischen Zugbetriebes auf den schlesischen Gebirgsbahnen durch eine Anzahl Fachleute auf dem Gebiete des elektrischen Bahn- und Postwesens aus Schweden, Norwegen, der Schweiz und Österreich statt, die den Zweck hatte, durch örtliche Prüfung der Betriebseinrichtungen und durch Vornahme von Versuchen die Frage der Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch den elektrischen Zugbetrieb zu studieren.

Die Einwirkungen des beim elektrischen Betriebe der Hauptbahnen in den genannten Ländern verwendeten Einphasenwechselstroms niedriger Periodenzahl auf die Schwachstromleitungen sind bekannt. Eingehende Versuche haben in allen beteiligten Ländern durch besonders dafür eingesetzte Studienausschüsse stattgefunden. Zum Teil sind die Ergebnisse dieser Forschungen bereits durch Veröffentlichungen bekannt geworden; es sei auf das von der schwedischen Studienkommission herausgegebene, überaus sorgfältig durchgearbeitete Werk hingewiesen. In Deutschland ist schon kurz nach Eröffnung des elektrischen Betriebes auf der Versuchsstrecke Dessau—Bitterfeld im Jahre 1910 mit Versuchen durch Herrn Ministerialrat Brauns vom Reichspostamt zusammen mit den zuständigen Organen der damaligen Preufs. Eisenbahnverwaltung begonnen worden. Die Versuche wurden dann bei Eröffnung des elektrischen Betriebes auf den schlesischen Gebirgsbahnen fortgesetzt, mufsten aber bei Kriegsausbruch unterbrochen werden; auf Grund der Ergebnisse der Versuche sind von Brauns mehrere Aufsätze über diese Fragen im Archiv für Post und Telegraphie und in der E. T. Z. veröffentlicht worden.

Nach Beendigung des Krieges wurde ein besonderer Fachausschufs eingesetzt, dem Fachleute der Reichspost und Reichsbahn angehörten, und dessen Arbeiten jetzt im wesentlichen abgeschlossen sind. Diese Arbeiten wurden unterstützt durch die beteiligte Industrie, vor allen Dingen durch die Siemens & Halske A.-G., die durch Bereitstellung von Versuchsmaterial es ermöglichte, auf den gewonnenen Erfahrungen weiterzubauen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Versuche sind in den einzelnen Ländern im wesentlichen die gleichen, jedoch sind die Folgerungen, die zur Beseitigung der störenden Einflüsse des Bahnwechselstroms bei den einzelnen Post- und Bahnverwaltungen gezogen worden sind, verschieden. So ist man z. B. in Skandinavien davon ausgegangen, dafs zunächst die zum elektrischen Betrieb ihrer Strecken übergehende Eisenbahn alle Einrichtungen zu treffen habe, die eine Verminderung der Beeinflussung der Schwachstromleitungen zum Ziele haben. Erst wenn alle diese Mafsnahmen erschöpft sind, werden Einrichtungen an den Schwachstromleitungen getroffen. In Deutschland, der Schweiz und Österreich dagegen hat man sich auf den Standpunkt gestellt, dafs zunächst an den Schwachstromleitungen alle Einrichtungen zu treffen sind, die zu einer möglichst geringen Beeinflussung durch den Wechselstrom führen, und dafs erst darüber hinausgehende Einrichtungen an den Bahnanlagen zu treffen sind.

Zufolge dieser verschiedenartigen Auffassung sind in Schweden und auch in Norwegen durchweg Saugtransformatoren angewendet worden. Bei den neueren elektrischen Anlagen wird in Schweden aufserdem eine besondere Kupferrückleitung verlegt. Bei dem elektrischen Betrieb der hoch im Norden Schwedens und Norwegens gelegenen Erzbahn Lulea—Narvik ist aufser den Saugtransformatoren*) noch eine sehr sinnreich durchdachte Kompensationsleitung angeordnet worden, die gleichzeitig zur Beleuchtung der Bahnhöfe und Wohngebäude in dem unwirtlichen Steppengebiet Lapplands verwendet wird. Die Schwachstromleitungen sind als Freileitungen bestehen geblieben, jedoch mit besonderer Rückleitung versehen und in Entfernungen von 15—100 m von der Bahnstrecke abseits gelegt worden.

In den übrigen Ländern hat man von Saugtransformatoren und meistens auch von besonderen Rückleitungen Abstand genommen, dagegen die Schwachstromleitungen der Bahn in Kabel verlegt, die im Bahnkörper angeordnet wurden, und die Postleitungen ganz entfernt und in möglichst grofsen Entfernungen abseits vom Bahnkörper an den Landstrafsen entlang

*) Siehe Organ 1923, S. 218 bzw. 242.

geführt. Soweit die Rücksicht auf die Anlagekosten es zuläfst, werden auch die Postleitungen als Kabel verlegt. Das Bestreben, diese Leitungen unterirdisch zu führen, ist seit einer Reihe von Jahren immer stärker hervorgetreten, nachdem sich gezeigt hat, dafs die Witterungseinflüsse von erheblicher Bedeutung für die Unterhaltung der Leitungsanlagen sind und nachdem die Entwicklung der Fernmeldetechnik die Möglichkeit der Verwendung von Kabeln auch auf grofsen Entfernungen ergeben hat.

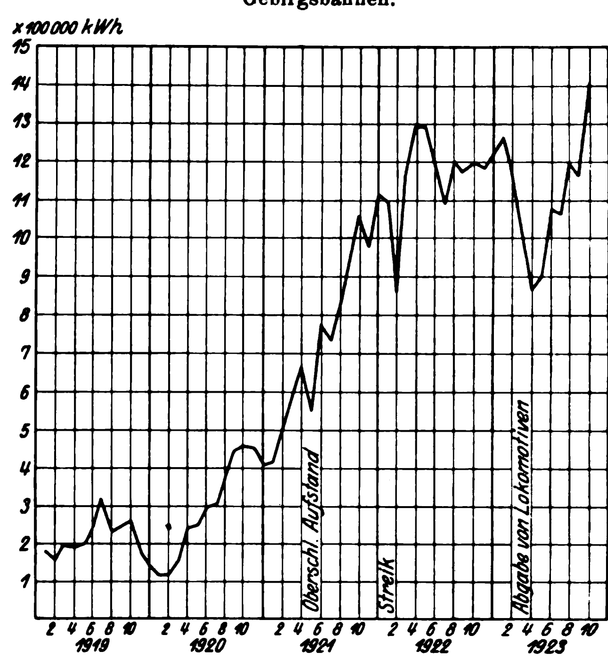
Der Besuch der ausländischen Fachleute diente dem Zweck, durch Aussprache über die in den einzelnen Ländern als notwendig erachteten Anlagen einen Ausgleich der verschiedenen Anschauungen zu erzielen und womöglich für die Zukunft gemeinsame Richtlinien festzulegen, die bei der Einrichtung elektrischer Bahnen zum Schutz der Schwachstromleitungen zu treffen sind.

Als Ergebnis der Aussprache ist in Aussicht genommen worden, einen Ausschufs aus Vertretern der Fachleute der genannten Länder zu bilden, der von Zeit zu Zeit zusammentritt und die Weiterentwicklung dieser Frage überwacht sowie die Aufstellung der angeregten gemeinsamen Richtlinien zum Ziele hat.

Bei diesem Anlafs mögen über die Anlagen der elektrischen Zugförderung auf den schlesischen Gebirgsbahnen einige Mitteilungen gemacht werden. Die Abb. 1 zeigt einen Übersichtsplan der elektrisch betriebenen Strecken. Die zweigleisige Hauptstrecke von Königszelt nach Görlitz ist 157 km lang; die Nebenstrecken, die meist eingleisig sind, bilden zusammen eine Länge von etwa 100 km. Die Streckenverhältnisse sind sehr schwierig. Starke Steigungen bis 20‰ auf der Hauptstrecke und bis 25‰ auf den Nebenstrecken kommen vor. Überaus schwierige Witterungsverhältnisse, besonders in dem harten Gebirgswinter, stellen hohe Anforderungen an das Leitungsmaterial und an die Fahrzeuge, die im Anfang nicht allen Anforderungen gewachsen waren. Nachdem die Erfahrungen der ersten Jahre bei der weiteren Ausgestaltung des Netzes verwendet worden und die nötigen Fahrzeuge angeliefert sind, wird jetzt der Betrieb allmählich immer mehr elektrisch durchgeführt und zwar betriebstechnisch und wirtschaftlich mit befriedigendem Erfolg.

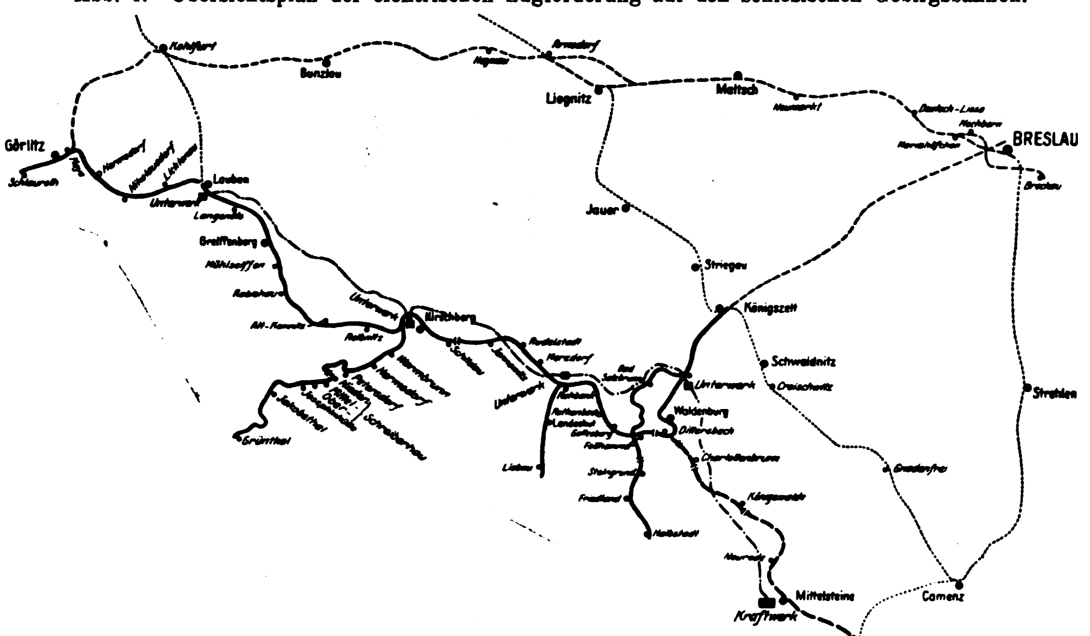
Die Abb. 2 stellt eine Kurve dar, aus der die allmähliche Entwicklung des Stromverbrauchs für den elektrischen Bahnbetrieb im Riesengebirge in den Jahren 1919 bis zum Herbst 1923 hervorgeht. Nach einem verhältnismäfsig gleichmäfsigen Aufstieg in den Jahren 1920 bis Anfang 1922 ist ein Stillstand eingetreten, teilweise sogar ein Rückschritt, weil die mit der Lieferung der elektrischen Lokomotiven beauftragten Firmen

Abb. 2. Entwicklung des Stromverbrauchs auf den schlesischen Gebirgsbahnen.



im Rückstand waren und weil ein Teil der Lokomotiven, die für die Strecke Magdeburg—Leipzig bestimmt waren, nach Fertigstellung der Leitungsanlagen auf den genannten Strecken zurückgegeben werden mufsten. Inzwischen sind regelmäfsig weitere Lokomotiven angeliefert, was in der starken Steigerung der Stromabgabe in der zweiten Hälfte des Jahres 1923 zum Ausdruck kommt. In diesem Jahre ist der elektrische Betrieb zum gröfsten Teil durchgeführt. Es werden jetzt sämtliche Personenzüge und rund 75% der Güterzüge elektrisch befördert. Zur Zeit sind 41 Lokomotiven geliefert, 39 weitere werden im Laufe dieses und des nächsten Jahres noch geliefert werden.

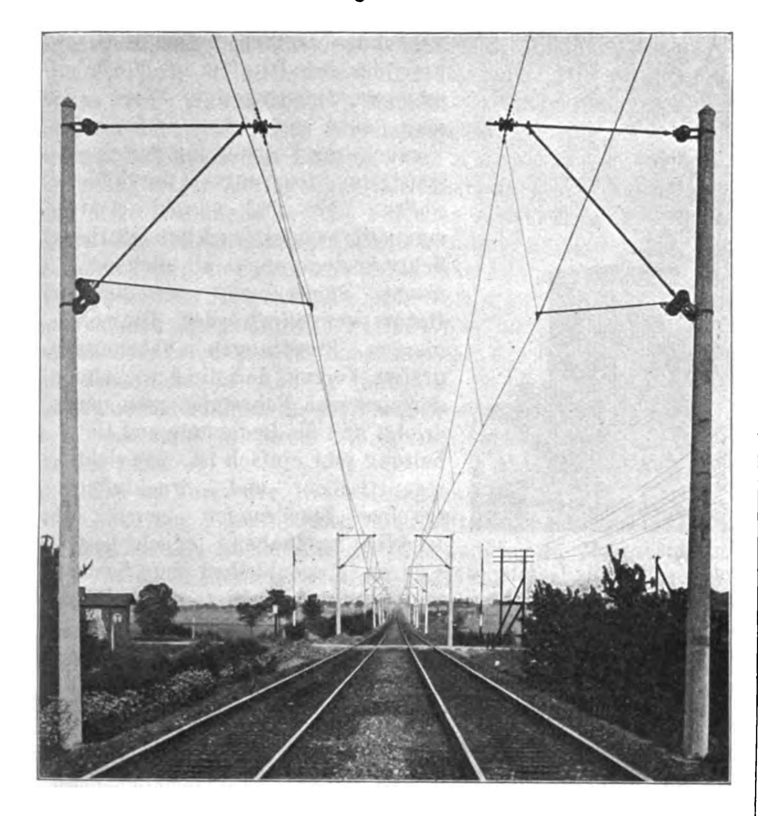
Abb. 1. Übersichtsplan der elektrischen Zugförderung auf den schlesischen Gebirgsbahnen.



Zur Erzeugung der elektrischen Arbeit dient eine minderwertige Kohle, die zwar etwa 6000 WE besitzt, aber wegen ihrer Feinheit und ihres Aschengehalts für andere Zwecke kaum verwendbar ist. Am Wärmeverbrauch werden bei dem elektrischen Betrieb nach den nunmehr mehrjährigen Erfahrungen etwa 35—40% gegenüber dem Dampflokomotivbetrieb erspart. Das Kraftwerk ist bei Mittelsteine in der Grafschaft Glatz errichtet. Es ist nicht Eigentum der Reichsbahn, sondern von den Siemens-Schuckertwerken und der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft auf deren Kosten errichtet und wird ebenso wie die Fernleitungsanlagen und Unterwerke gegen eine bestimmte Gebühr der Reichsbahn vorgehalten. Während ursprünglich der

verbrauchte Strom zu einem festen Satz von 2,75 Pf. von der Reichsbahn bezogen wurde, ist nach dem Kriege der Stromlieferungsvertrag infolge der Geldentwertung durch einen Selbstkostenvertrag ersetzt worden, bei den sämtliche Ausgaben des Kraftwerks zu Lasten der Reichsbahn gehen. Der Reichsbahn fliefsen auch die Einnahmen aus dem Verkauf von Drehstrom

Abb. 3. Fahrleitung auf der freien Strecke.



an Dritte zu. Das Kraftwerk ist aufser mit vier Stromerzeugern für den Bahnwechselstrom mit zwei Turbogeneratoren für Drehstrom ausgerüstet, um den Eigenbedarf des Kraftwerks und der Kohlengrube zu decken. Aufserdem wird Strom an Genossenschaften zu Beleuchtungs- und Kraftzwecken verkauft.

Jeder der vier Turbogeneratoren für den Bahnbetrieb hat 4000 kW Dauerleistung. Ein weiterer Turbogenerator von 8000 kW Dauerleistung wird aufgestellt, während die beiden Drehstromgeneratoren je 2000 kW Dauerleistung besitzen. Die von den Maschinen mit 3000 Volt erzeugte elektrische Arbeit wird auf 80000 Volt umgespannt und durch die Fernleitung den vier Unterwerken Nieder-Salzbrunn, Ruhbank, Hirschberg und Lauban zugeführt, wo sie auf die Fahrdrahtspannung von 15000 Volt herabgespannt wird.

Die Fahrleitungen sind am Unterwerk unterteilt, aufserdem sind die Leitungen der beiden Gleise elektrisch voneinander isoliert, so dafs vom Unterwerk aus nach allen Richtungen hin bei zweigleisigen Strecken vier Leitungen ausstrahlen, die je mit besonderen Anschlüssen über Ölschalter an die 15000 Volt-Sammelschienen des Unterwerks angeschlossen sind. Von der Hauptstrecke abzweigende Seitenlinien werden je für sich durch Ölschalter gespeist. Auf diese Weise wird erreicht, dafs ein Kurzschlufs möglichst geringe Folgen für den Betrieb nach sich zieht. Die Abb. 3 und 4 zeigen ein Bild der Fahrleitungen auf der freien Strecke und auf einem Bahnhof in der Ausführung, wie sie neuerdings verwendet wird, wobei die Fahrleitungen am Querseil aufgehängt sind, um die Signalbilder möglichst wenig zu beeinträchtigen. Bei der Reichsbahn wird jetzt eine einheitliche Bauart für die Fahrleitung angewendet, die aus einem fest verankerten Tragseil, einem kupfernen Rillenfahrdraht mit Gewichtsnachspannung und senkrechten Hängedrähten aus biegsamem Bronzeseil in Abständen von etwa 12 m voneinander besteht. Die Tragpunkte der Fahrleitung in der geraden Strecke sind etwa 80 m voneinander entfernt. Die Nachspannung des Fahrdrahtes durch Gewichte geschieht in Abständen von etwa 1500 m.

Die Beförderung der Züge erfolgt im allgemeinen durch elektrische Lokomotiven, nur für die Nebenstrecken Nieder-Salzbrunn—Halberstadt und Ruhbank—Liebau ist bisher Triebwagenbetrieb eingerichtet. Es ist aber geplant, auch die Strecke Hirschberg—Grünthal mit Triebwagen zu betreiben, da sich der Pendelverkehr auf dieser Strecke am einfachsten mit Triebwagen bedienen läfst. Bisher stehen dem elektrischen Betrieb zur Verfügung:

Personenzuglokomotiven: 7 Lok. der Bauart 1 C 1, 12 Lok. der Bauart 2 D 1, 2 Lok. der Bauart 2 B-B 1.

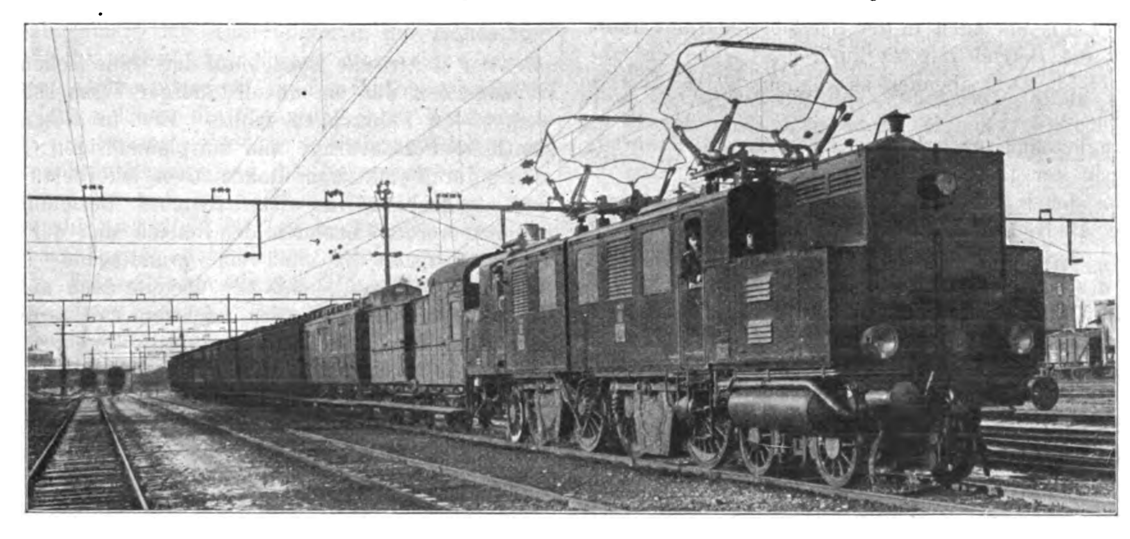
Güterzuglokomotiven: 12 Lok. der Bauart B-B-B, 10 Lok. der Bauart C-C, 5 Lok. der Bauart AAA-AAA.

Triebwagen: 6 Triebwagen der Bauart 3-B1-3, 4 Triebwagen der Bauart 2-A1.

Bestellt und noch nicht geliefert sind:

Personenzuglokomotiven: 6 Lok. der Bauart 2 D 1, 7 Lok. der Bauart B-B.

Abb. 4. Fahrleitungsanordnung in einem Bahnhof; 2 B-B 1 Schnellzuglokomotive.

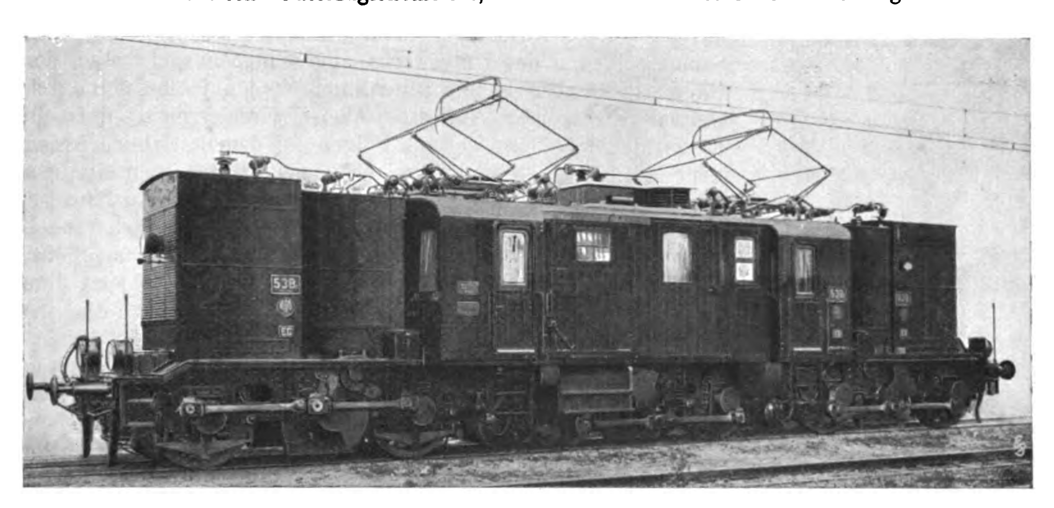


Güterzuglokomotiven: 4 Lok. der Bauart AAA-AAA, 14 Lok. der Bauart C-C (neue Bauart), 6 Lok. der Bauart 1C-C1.

Die 2B-B1 Schnellzuglokomotive und die B-B-B-Güterzuglokomotive sind in Abb. 4 und 5 dargestellt.

Die Ausbildung der Personenzuglokomotiven ist in Deutschland andere Wege gegangen als z. B. in der Schweiz. Während man dort dem Einzelantrieb oder dem Gruppenantrieb den Vorzug gibt, sind die elektrischen Personenzuglokomotiven für die schlesischen Gebirgsbahnen in der Mehrzahl mit einem grofsen Motor ausgerüstet, der unter Vermittlung von Blindwellen mit unmittelbarer Übertragung durch Parallelkurbelgetriebe die gekuppelten Achsen antreibt. Dieser Motor erhält bei den schweren Personenzuglokomotiven ganz beträchtliche Abmessungen, so beträgt die Stundenleistung des Motors der 2D1-Lok. 3000 PS bei etwa 60 km, die Dauerleistung 2000 PS. Die Erfahrungen mit dem grofsen Motor waren bisher durchaus günstig. Nur versuchsweise sind 2 Lokomotiven mit Zahnradmotor ausgestattet worden und zwar in der Weise, dafs die Lokomotiven als Doppellokomotiven gebaut sind, von denen jede Hälfte mit einem Zahnradvorgelegemotor und Kuppelstangenantrieb betrieben wird. Nach den bisherigen Erfahrungen sind aber die unmittelbar angetriebenen Personenzuglokomotiven denjenigen mit Zahnradvorgelege sowohl in der Ruhe des Laufs als auch in der Betriebssicherheit überlegen. Doch ist die Betriebszeit zu kurz, um schon ein abschliefsendes Urteil darüber abgehen zu können, welche Bauart zweckmäfsiger ist.

Abb. 5. Elektrische Güterzuglokomotive, Bauart B-B-B der schlesischen Gebirgsbahnen.



Die Güterzuglokomotiven arbeiten durchweg mit Zahnradmotoren, wobei in der Regel die Vorgelegewelle mit Kurbeln versehen ist, von denen aus die Achsen angetrieben werden. So besitzen die B-B-B-Lok. drei zweiachsige Gestelle mit je einem Motor, der mit Vorgelege und Kuppelstangen die beiden Achsen des Gestells antreibt. Die C-C-Lok. dagegen sind in jeder Hälfte mit einem Doppelmotor mit gemeinsamem Zahnradvorgelege ausgerüstet, von dem aus die drei Achsen jeder Lokomotivhälfte mit Kuppelstangen angetrieben werden. Nur die AAA-AAA-Lokomotiven besitzen Einzelachsantrieb in der bei Strafsenbahnen üblichen Anordnung.

Die Triebwagen sind in zwei verschiedenen Bauarten vorhanden, von denen die 3-B1-3-Wagen mit Hilfe eines Zahnraddoppelmotors und Schlitzkuppelstangen, die in einem besonderen Triebdrehgestell untergebracht sind, angetrieben werden. Die anderen Triebwagen besitzen dagegen Zahnradmotoren der gleichen Bauart wie die AAA-AAA-Lokomotiven.

Die Steuerung der Lokomotiven geschieht grundsätzlich in der gleichen Weise durch Verändern der dem Motor zugeführten Spannung. Zu diesem Zweck ist auf den Lokomotiven ein Transformator angebracht, der mit Anzapfungen versehen ist, die der Reihe nach mit dem Motor verbunden werden. Die Einschaltung der Schaltstufen geschieht auf sehr verschiedenartige Weise, da man einen möglichst umfassenden Versuch zur Feststellung der zweckmäfsigsten Steuerungsart durchführen wollte. Es sind sowohl elektromagnetische oder druckluftelektrische Schützensteuerungen als auch mechanische Steuerungen verschiedener Bauart verwendet worden. Die mechanischen Steuerungen haben den grofsen Vorzug, dafs die Einschaltung der einzelnen Fahrstufen zwangläufig erfolgt und die Bedienung und Unterhaltung sehr einfach ist. Die elektromagnetischen und druckluftelektrischen Steuerungen lassen sich leichter handhaben, jedoch besteht gelegentlich die Gefahr, dafs durch Hängenbleiben eines Schützes Schäden an den Steuerungseinrichtungen auftreten, wenn auch bei guter Durchbildung eines Schützes diese Gefahr gering ist. Bei den Triebwagen sind allgemein Schützensteuerungen verwendet, da mit Hilfe der Zugsteuerung mehrere Triebwagen zu einem gemeinsamen Zuge vereint mit einem Führerstand aus gesteuert werden müssen.

Sämtliche Lokomotiven sind mit Scheren-Stromabnehmern, die durch Prefsluft angehoben werden, ausgerüstet. Bei den neueren Ausführungen ist überall doppelte Isolation verwendet worden, um möglichste Betriebssicherheit zu erzielen. Durch gute Abfederung mit geeigneten Hebelübersetzungen und durch Anwendung von Kugellagern ist dafür gesorgt, dafs die Stromabnehmer leicht jede Änderung der Fahrdrahtlage auch bei grofsen Geschwindigkeiten folgen können.

Der elektrische Betrieb auf den schlesischen Gebirgsbahnen ist lange Zeit nur ein unvollständiger Versuchsbetrieb gewesen, weil es an Fahrzeugen fehlte. Erst in diesem Jahre werden sämtliche Personenzüge und fahrplanmäfsigen Güterzüge regelmäfsig durch elektrische Lokomotiven befördert. Abschliefsende Gesamtergebnisse in wirtschaftlicher Beziehung können erst erwartet werden, nachdem der Betrieb sich der neuen Betriebsweise angepasst hat, die eine grundlegende Umänderung des Fahrplans verlangt, damit alle Vorteile auch ausgenützt werden können. Die Aufgabe der nächsten Zeit wird es sein, diese Anpassung des ganzen Betriebes an die Eigenart der elektrischen Zugförderung durchzuführen. Erst dann läfst sich ein klares Bild darüber gewinnen, inwieweit der elektrische Bahnbetrieb eine wirtschaftlichere Gestaltung der gesamten Zugförderung ermöglicht, was letzten Endes der Zweck dieser Betriebsumwandlung sein soll.

Grundlagen und Berechnungen zur Einheitsfahrleitung für die elektrischen Zugförderungsanlagen der Deutschen Reichsbahn.

Von Oberregierungsbaurat **Naderer**, München.

Hierzu Tafel 23 und 24.

Einleitung.

Als vor etwa eineinhalb Jahrzehnten die vormalige preussische, bayerische und badische Staatsbahnverwaltung dazu überging, einzelne Eisenbahnstrecken versuchsweise auf den elektrischen Betrieb umzustellen (Dessau — Bitterfeld, Lauban — Königszelt, Salzburg — Freilassing — Berchtesgaden, Mittenwaldbahn, Wiese- und Wehratalbahn), standen in Deutschland für die Bauform der elektrischen Streckenausrüstung lediglich die auf elektrisch betriebenen Strafsen- und Kleinbahnen gewonnenen Erfahrungen zur Verfügung. Die Ausbildung der Fahrleitung und ihrer Einzelteile für die Versuchslinien wurde im wesentlichen den Elektrizitäts-Grofsfirmen überlassen, die mit der Erstellung der elektrischen Streckenausrüstung betraut waren: der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, den Siemens-Schuckertwerken, den Bergmann-Elektrizitäts-Werken. Diese drei Bauanstalten entwickelten im Benehmen mit den Bahnverwaltungen die bekannten, in Abb. 1 auf Taf. 24 dargestellten Fahrleitungsaufhängungen, die als Vielfach- oder Kettenaufhängungen bezeichnet und in ihren Einzelteilen wiederholt beschrieben worden sind.

Das in Form der Kette durchhängende Tragseil ist allen drei Bauarten eigentümlich; die Kette ist nötig, einmal um die gegenseitige Entfernung der Stützpunkte, die Mastabstände, vergröfsern zu können, sodann auch zur Erhöhung der Betriebssicherheit; denn eine annähernd wagrechte Lage des Fahrdrahtes, die für Hauptbahnstrecken wegen der hohen Zuggeschwindigkeiten unbedingt erforderlich ist, läfst sich nur durch Vermehren der Zahl der Aufhängepunkte des Fahrdrahtes erzielen. Ein mit 100 km/Std. am Fahrdraht gleitender Stromabnehmer legt nämlich etwa 28 m in jeder Sekunde zurück; der Durchhang eines nur alle 56 m unterstützten Fahrdrahtes von 100 qmm Querschnitt würde nun bei 500 kg Zugspannung, $t = 10^\circ$ C, 70,6 cm betragen; da der Durchhang im quadratischen Verhältnis zur Entfernung der Stützpunkte sich ändert, sinkt er auf $^1/_4$ oder 17,66 cm, wenn die Stützpunkte 28 m, auf $^1/_{16}$ oder 4,4 cm, wenn die Stützpunkte 14 m, auf $^1/_{64}$ oder 1,1 cm, wenn die Stützpunke 7 m auseinanderliegen. In Bruchteilen von Sekunden können aber die Bügel des Stromabnehmers den Änderungen in der Höhenlage des Fahrdrahtes nicht mehr folgen, wenn diese ein gewisses Mafs überschreiten: insbesondere ist an den Aufhängepunkten der Fahrleitung, an welchen die Stetigkeit ihrer Krümmung unterbrochen ist, die Stromabnahme um so mehr gefährdet, je gröfser die Stützpunktentfernung und die Fahrgeschwindigkeit ist. Deshalb ist bei den auf der Tafel 24 dargestellten Bauformen der Fahrdraht etwa alle 6 bis 7 m am Tragseil befestigt. Bei der Vielfachaufhängung der Siemens-Schuckertwerke ist die Zahl der am Tragseil angreifenden Hängedrähte durch Zwischenschaltung eines etwa 120 mm über dem Fahrdraht verlegten Hilfstragdrahtes auf die Hälfte vermindert; an dem letzteren sind die den Fahrdraht tragenden Klemmen, welche im oberen Teile als Schlaufen ausgebildet sind, aufgehängt; beim Anheben des Fahrdrahtes infolge des Stromabnehmer-Bügeldruckes wird die Schlaufe entlastet und damit die Längenänderung des Fahrdrahtes erleichtert. Letztere wird beim Kettenwerke der Bergmann-Elektrizitäts-Werke mit schräger Anordnung der Hängedrähte durch am Tragseil eingebaute Gradführungen erreicht, auf welchen die Läuferklemmen gleiten, soweit nicht — wie in der Mitte der Spannweiten — das Tragseil annähernd wagrecht verläuft.

In einem zum Teil mehr als zehnjährigen Betriebe hat sich nun gezeigt, dafs die Form der Aufhängung des Fahrdrahtes am Tragseil — von der Ausbildung einzelner Teile abgesehen — für die Betriebssicherheit der Fahrleitung nicht wesentlich ist; die drei auf der Tafel wiedergegebenen Ausführungen haben sich im allgemeinen bewährt. Ein grundsätzlicher Unterschied in den drei Bauformen besteht noch in den Mitteln zum Ausgleich der Durchhangsänderungen von Fahrdraht und Tragseil. Während bei der Kettenaufhängung der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft Tragseil und Fahrdraht gemeinsam nachgespannt sind, ist bei der SSW- und BEW-Aufhängung das Tragseil festgelagert und nur der Fahrdraht allein nachgespannt.

Als nach Beendigung des Krieges aus wirtschaftlichen Gründen daran gegangen wurde, die elektrische Betriebsform auf Hauptbahnstrecken mit gröfserer Länge auszudehnen, mufste die Frage entschieden werden, in welcher Bauart die neu zu erstellenden Fahrleitungsanlagen auszuführen waren.

Eine vom Herrn Reichsverkehrsminister im Jahre 1921 unter dem Vorsitze des Ministerialdirektors Professor Dr. Gleichmann einberufene Kommission von Fachleuten (Fahrleitungsausschufs) hatte unter anderem auch die Aufgabe, die bei den verschiedenen elektrisch betriebenen Strecken gewonnenen Erfahrungen zu sammeln und im Sinne einer Vereinheitlichung zu verwerten. Letztere sollte jedoch hauptsächlich nur darauf abzielen, eine betriebssichere, in Anlage und Unterhaltung einfache und wirtschaftliche Fahrleitungsanlage zu schaffen, ohne dafs damit den technischen Fortschritten die Möglichkeit ihrer Erprobung abgeschnitten würde. Im Benehmen mit den elektrotechnischen Bauanstalten hat ein aus wenigen Fachleuten gebildeter Unterausschufs die Grundlagen einer »Einheits«-Fahrleitung aufgestellt und diese in den »Vorschriften für die Ausführung und Festigkeitsberechnung der Wechselstrom-Fahrleitungen der Fernbahnen« zusammengefafst, welche von obengenannter Kommission gutgeheifsen wurde. Diese Grundlagen nebst einigen dazu gehörigen bei der Reichsbahndirektion München durchgeführten Berechnungen sollen im Auszuge nachstehend wiedergegeben und erörtert werden.

I. Allgemeine Anordnung der Einheits-Fahrleitung.

Die Betriebserfahrungen mit den oben besprochenen Anordnungen der Fahrleitung haben gezeigt, dafs die selbsttätige Nachspannung des Fahrdrahtes allein ausreichend ist, um die Stromabnahme auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten sicher zu stellen. Bei der »Einheits«-Fahrleitung ist daher auf die selbsttätige Nachspannung des Tragseiles verzichtet; letzteres ist an den Stützpunkten »festgelagert«. Ein Hilfstragdraht wie bei der Ausführung der Siemens-Schuckertwerke oder Gradführungen wie bei jener der Bergmann-Elektrizitäts-Werke sind nicht angewendet. In Entfernungen von rund 12,5 m wird der Fahrdraht am Tragseil mit Hängeseil und Klemmen befestigt. Der Fahrdraht wird selbsttätig nachgespannt. Die hierzu angebrachten Gewichte dürfen im unabgenützten Fahrdrahte keine höhere Zugspannung als 10 kg/qmm erzeugen. Die Länge eines Nachspannfeldes soll in der graden Strecke 1500 m nicht überschreiten. In der Mitte zwischen zwei Nachspannvorrichtungen ist der Fahrdraht in der Regel zu verankern (Festpunkt). Die Unterkante des nicht durch Stromabnehmer angehobenen Fahrdrahtes darf in der Regel 6,0 m Höhe über S. O. nicht unterschreiten; bei Überbauten gelten besondere Bestimmungen*). Die Leitung ist im Zickzack zu verlegen; auf der graden Strecke sind die Brechpunkte

*) Organ 1923 Seite 95 Heft 5.

an allen Stützpunkten anzuordnen, wobei die Seitenverschiebung von der in der Gleisachse errichteten Mittelsenkrechten in der Regel ± 0,6 m betragen soll. Da die Stützrohre für die seitliche Festlegung den Fahrdraht belasten, ist an der Klemme der Festlegung oder, wenn dies nicht möglich, beiderseits derselben ein Hängeseil anzuordnen. Die Hängeseile sind im allgemeinen lotrecht einzubauen; in jenen Fällen, in welchen infolge einer Temperaturschwankung von ± 30° C und der hierdurch bewirkten Längenänderung des Fahrdrahtes der Sinus des Neigungswinkels eines Hängeseiles gröfser würde als 0,4, sind Seilschlaufen mit einer Läuferklemme einzubauen; an solchen Stellen erhält das Tragseil eine Schutzhülse.

Mit Rücksicht auf die ausnützbare Breite des Stromabnehmerbügels, dessen Bauform gleichfalls vereinheitlicht wurde, ist der gegenseitige Abstand der Stützpunkte für das Tragseil so zu bemessen, dafs der seitliche Abtrieb des Fahrdrahtes infolge der Windbelastung nicht mehr als 0,75 m beträgt.

Auch die Bestimmung, dafs unter Spannung stehende Teile von geerdeten Teilen mindestens 0,3 m entfernt sein müssen und dafs die Fahrleitung von den letzteren durch doppelte Isolation, d. i. durch zwei hintereinandergeschaltete Isolatoren zu trennen ist, wirkt in gewissem Grade, wenn auch nicht entscheidend, auf die allgemeine Anordnung der Einheitsfahrleitung ein. Diese ist im wesentlichen durch vorstehende Ausführungsbedingungen umschrieben; auf Tafel 23 ist sie zeichnerisch dargestellt.

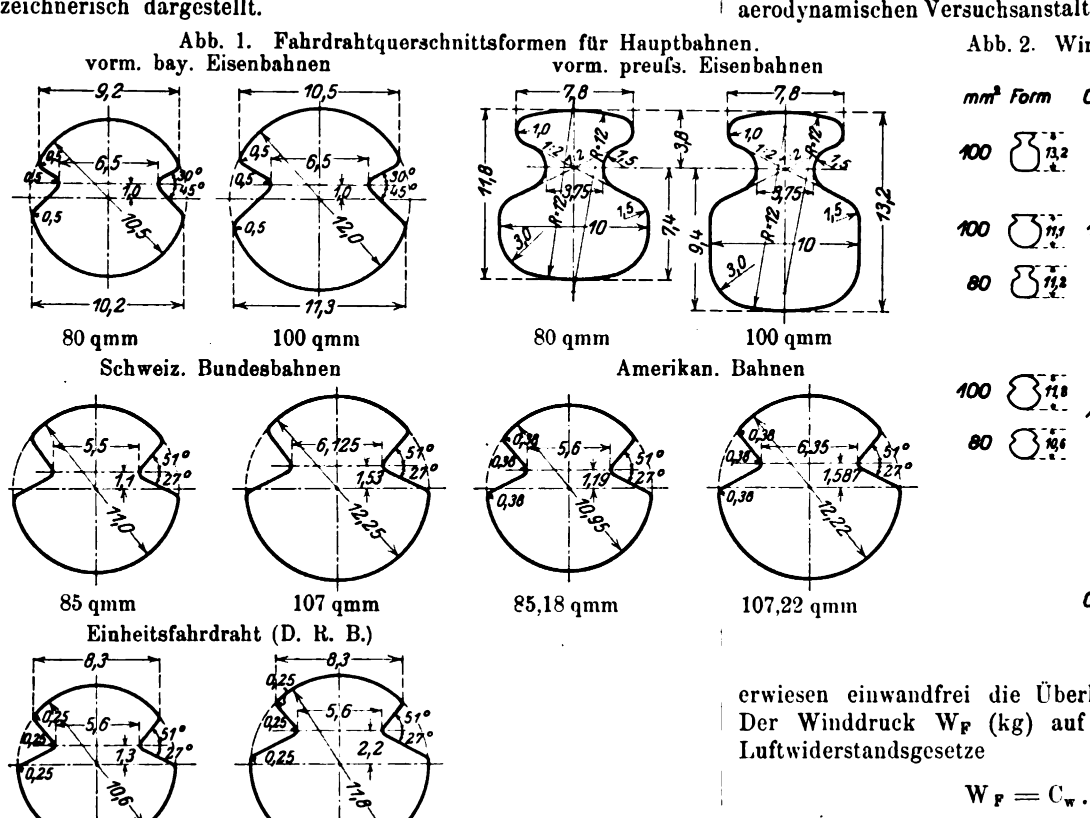


Abb. 1. Fahrdrahtquerschnittsformen für Hauptbahnen.

II. Baustoffe und Bauformen von Einzelteilen der Einheits-Fahrleitung.

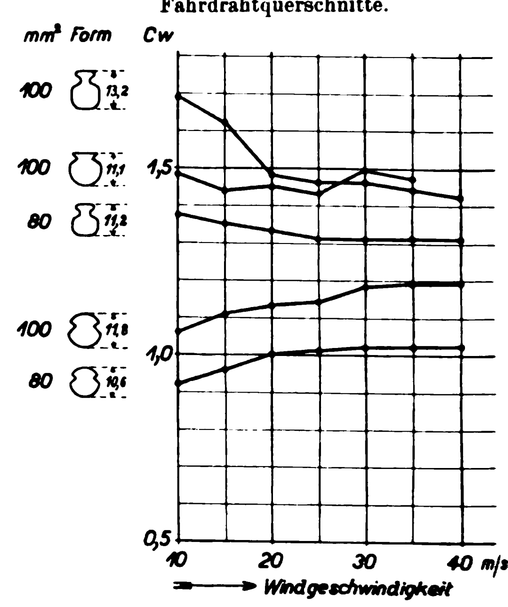
Da die technische Entwicklung im Bau elektrischer Streckenausrüstungen durch die Vorschriften über die Einheitsfahrleitung nicht gehemmt werden sollte, ist nur eine geringe Zahl von Bestimmungen über Baustoffe und Bauformen von Einzelteilen getroffen; denn die aufgestellten Prüfbedingungen für Einzelteile können auch für andere Fahrleitungsanordnungen gelten und sind demnach keine Kennzeichen der Einheitsfahrleitung. Als Baustoff für den Fahrdraht ist Kupfer mit 36 kg/qmm Bruchfestigkeit und 3,5 v. H. Dehnung bei einer Mefslänge von $11{,}3\sqrt{q}$ (qmm) vorgeschrieben; der Widerstandswert soll 17,84 Ohm je km und qmm bei 20° C, seine Zunahme für 1° C Wärmeunterschied 0,068 Ohm je km und qmm betragen.

Für das Tragseil ist Bronze oder Kupferpanzerstahl (Monnot) mit einem Querschnitt von 50 qmm (7 Drähte von je 3 mm Durchmesser), ferner in Ausnahmefällen auch Stahl zugelassen. Die Zerreifsfestigkeit für Bronze und Stahl ist mit 70 kg/qmm, für Kupferpanzerstahl mit 63 — 65 kg/qmm vorgeschrieben; die Leitfähigkeit des Bronze- oder Kupferpanzerstahlseiles soll 35 v. H. eines Kupferseiles gleichen Querschnittes erreichen.

Die Hängeseile, welche besonders biegsam sein sollen, sind aus 49 Drähten von je 0,51 mm Durchmesser zusammengesetzt; bei 10 qmm Querschnitt sollen sie mindestens 50 kg/qmm Zerreifsfestigkeit aufweisen.

Einheitlich festgelegt ist die Form des Fahrdrahtquerschnittes und seiner Befestigungsmittel, der Klemmen. Für die Querschnittsform standen die Erfahrungen mit dem Profildraht der vormals preussischen Staatsbahnen, mit dem Rillendraht der früheren bayerischen Staatsbahnen, mit dem Runddraht der Strafsen- und Kleinbahnen, sowie mit den bei fremden Bahnen verwendeten Fahrdrahtformen zur Verfügung. Abb. 1 enthält die wichtigsten Mafse solcher Querschnittsformen. Frühzeitig wurde der Einflufs des Winddruckes auf den Abtrieb der Fahrleitung erkannt. Windbelastungsversuche, die 1920/21 in der aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen ausgeführt wurden,

Abb. 2. Winddruckzahlen (C_w) für verschiedene Fahrdrahtquerschnitte.



erwiesen einwandfrei die Überlegenheit des Rillenfahrdrahtes. Der Winddruck W_F (kg) auf den Fahrdraht ist nach dem Luftwiderstandsgesetze

$$W_F = C_w \cdot F \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \frac{\gamma}{g};$$

hierin bedeutet: v die Windgeschwindigkeit in m/sec,
F in qm die vom Wind senkrecht getroffene Fläche,
$\frac{\gamma}{g}$ = rund $^1/_8$ = $\frac{\text{Luftdichte}}{\text{Erdbeschleunigung}}$,
C_w = die Winddruckzahl, welche durch die Versuche in Göttingen bestimmt wurde.

Zum Berechnen der Windbelastung bei einer Windgeschwindigkeit von 31 m/sec kann auf Grund der Versuche mit genügender Genauigkeit gesetzt werden:

Für den Rillen- und Runddraht: W_F kg/m = 70 d (d = Durchmesser des Fahrdrahtes, Tragseiles, Hängeseiles in m);

für den achtförmigen Profildraht mit 11,2 mm Bauhöhe ist W_P kg/m = 80 d, für jenen mit 13,2 mm Bauhöhe = 88 d zu nehmen. Die Rillenform ist demnach hinsichtlich des Winddruckes um etwa 25 v. H. günstiger. Die Ergebnisse dieser Versuche sind zum Teil in Abb. 2 dargestellt; sie führten zu den in Abb. 1 angegebenen Regelquerschnitten von 100 und 80 qmm für die Einheitsfahrleitung; hierbei wurden die Winkel der Rilleneinschneidung und die Stärke der letzteren für beide Querschnitte gleich grofs gewählt; damit ist erreicht, dafs für beide Querschnitte die gleiche Klemme verwendet werden kann; auch letztere wurde vereinheitlicht; für ihre Herstellung ist folgende Zusammensetzung vorgeschrieben: 60 v. H. Cu, 1 v. H. Pb, 39 v. H. Zn. Die Bauform der Klemme, die aus Abb. 3 zu entnehmen ist, wurde so ausgebildet, dafs sie nach Beigabe einer Schlaufe auch als Klemme zum Befestigen der Hängeseile am Tragseil verwendet werden kann.

Aufser den vorstehenden Bestimmungen bestehen für Bauform und Baustoffe der Einheitsfahrleitung — abgesehen von den allgemein geltenden Prüfbedingungen und Festigkeitsvorschriften — keine Bindungen; die bauliche Ausbildung des Tragseilstützpunktes, des Quertragwerkes und der seitlichen Abstützung des Fahrdrahtes, der Nachspannvorrichtung, der Isolatoren usw. ist nicht festgelegt; doch zwingt die Rücksicht auf einfache Lagerhaltung und billige Instandsetzung dazu, auch die nicht festgelegten Teile für einzelne Strecken oder Netze möglichst einheitlich oder wenigstens austauschbar durchzubilden.

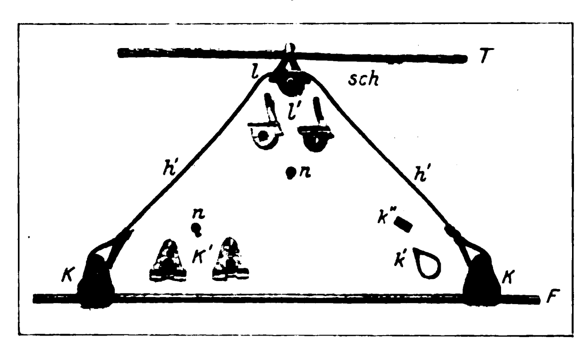


Abb. 3. Einzelteile der Einheitsfahrleitung.
F = Fahrdraht, T Tragseil, K Einheitsklemme, n Niet zur Einheitsklemme, s Kupferschlaufe für die Tragklemme am Tragseil, K' Hängeseilschlaufe, l Läuferklemme, sch Schutzhülse, h Hängeseil, h' Seilschlaufe, k' Backen der Einheitsklemme. l' Backen der Läuferklemme, k'' Kerbverbinder.

III. Berechnungen zur Einheits-Fahrleitung.

Hoch- und Querlage des Fahrdrahtes zur Gleisachse sind für die Betriebssicherheit der elektrischen Streckenausrüstung von ausschlaggebender Bedeutung. Für die Lage des Fahrdrahtes in beiden Richtungen sind Grenzen gesteckt, die nicht überschritten werden dürfen. Die Festlegung der untersten Grenze für die Hochlage des Fahrdrahtes mit 6,0 m über S. O. macht es nötig, die Durchhangsänderungen des Fahrdrahtes bei Wärmeschwankungen zwischen — 20° C und + 40° C, sowie bei — 5° C und Eislast zu ermitteln und gleichzeitig zu prüfen, ob bei den genannten Belastungsfällen die zulässige Beanspruchung des Tragseiles nicht überschritten wird. Die Vorschrift, dafs der Abstand der Stützpunkte für das Tragseil so zu bemessen ist, dafs der seitliche Abtrieb des Fahrdrahtes nicht mehr als 0,75 m beträgt, zwingt, den Einflufs der Windbelastung auf die Querlage des Fahrdrahtes festzustellen.

A. Durchhangsänderung des Tragseiles unter Berücksichtigung der Zugspannung im Fahrdraht.

a) Festwerte:

Elastizitätsmodul des Tragseiles:
aus Bronze*) . . . . $E_t = 1{,}22 \cdot 10^6$ kg/cm²
aus Kupferpanzerstahl*) . $= 1{,}56 \cdot 10^6$ »
des Fahrdrahtes . . . . . $E_f = 1{,}3 \cdot 10^6$ »

Wärmeausdehnungszahl des Tragseiles:
aus Bronze . . . . $\alpha_t = 18 \cdot 10^{-6}$
aus Kupferpanzerstahl . . $= 14{,}3 \cdot 10^{-6}$
des Fahrdrahtes . . . . . $\alpha_f = 17 \cdot 10^{-6}$

b) Gewichte:

Gewicht des Tragseiles mit 50 qmm Querschnitt:

aus Bronze	0,445 kg/m
aus Kupferpanzerstahl	0,415 »
Gewicht des Fahrdrahtes von 100 qmm Querschnitt	0,900 »
Gewicht der Hängeseile auf je 1 m Kettenwerk	0,0107 »
Gewicht der Klemmen auf je 1 m Kettenwerk .	0,0192 »
Gewicht des Beidrahtes mit Klemmen .	0,015 kg/m
Gewicht des Kettenwerkes	1,3899 »
oder rund	1,4 »
Durchmesser des Tragseiles	9,2 mm
Durchmesser des Fahrdrahtes	11,8 »
Eislast auf dem Tragseil $0{,}18\sqrt{9{,}2} =$	0,546 kg/m
Eislast auf dem Fahrdraht $0{,}18\sqrt{11{,}8} =$	0,618 »
Eislast auf den Hängeseilen	0,04 »
Eislast auf den Klemmen	0,04 »
Eislast auf Kettenwerk	1,244 »
aufgerundet	1,25 »

Gewicht des Kettenwerkes mit Eislast
$1{,}4 + 1{,}25 = 2{,}65$ »

c) Windbelastungen (bei v = 31 m/sec):

Winddruck auf Tragseil $70 \cdot 0{,}0092 = 0{,}65$ kg/m
Winddruck auf Fahrdraht $70 \cdot 0{,}0118 = 0{,}83$ »

Winddruck auf Hängeseile . . . . .

$$\frac{70 \cdot 0{,}005 \cdot 1{,}5 \cdot 8}{100} = 0{,}04 \text{ »}$$

Winddruck auf Klemmen	0,08 »
Gesamtwinddruck auf Kettenwerk	1,6 »
Gesamtwinddruck verteilt auf Tragseil	0,7 »
Gesamtwinddruck verteilt auf Fahrdraht	0,9 »

d) Formeln:

Bezeichnungen:
q' = vom Tragseil getragenes Gewicht des Kettenwerkes (kg/m)
q'' = vom Fahrdraht getragenes Gewicht des Kettenwerkes (kg/m)
$q = q' + q''$ = Gewicht des Kettenwerkes
Q = Querschnitt des Tragseiles (qm)
H' = Zug im Tragseil (kg)
H'' = Zug im Fahrdraht (kg)
f' = Durchhang des Tragseiles (m)
f'' = Durchhang des Fahrdrahtes (m)
$f = f' - f''$ = Unterschied zwischen Durchhang des Tragseiles und Durchhang des Fahrdrahtes (m)
L = Regel-Spannweite (m).

Die bekannten Formeln zur Ermittlung des Durchhanges und der Seilspannung können nicht ohne weiteres auf das Kettenwerk angewendet werden, da sie den im Fahrdraht durch die selbsttätige Nachspannung auftretenden Zug nicht berücksichtigen.

Wird das Tragseil so verlegt, dafs bei t = + 10° C der Fahrdraht infolge der Zugspannung H'' wagrecht liegt, also kein Durchhang des Fahrdrahtes vorhanden ist, so wird

*) Bestimmt im mech.- techn. Institut der Technischen Hochschule München, Mai 1924.

für diesen Fall $q'' = o$. Es bedarf keines weiteren Nachweises, dafs für $t > +10^0$ C bzw. für $t = +5^0$ C und gleichzeitiger Eislast $q'' > o$, für $t < +10^0$ C auch $q'' < o$ wird, d. h. in den beiden ersten Fällen wird der Fahrdraht nach unten durchhängen, im zweiten Falle durch die Hängeseile nach oben hochgezogen werden. Der Zug im Fahrdraht beeinflufst also Durchhang und Durchhangsänderung im günstigen Sinne; denn das Gewicht des Kettenwerkes wird nicht, wie im Falle $H'' = o$, vom Tragseil allein, sondern infolge des Fahrdrahtzuges zum Teil auch vom Fahrdraht aufgenommen.

Wird in die Gleichung

$$H' = \frac{q' L^2}{8 f'} \text{ für } q' \text{ der Wert}$$

$$q - q'' = q' = q - \frac{8 H'' . f''}{L^2} \text{ oder, da } f'' = f' - f$$

$$q' = q - \frac{8 H'' (f' - f)}{L^2}$$

eingesetzt, so ergibt sich der Zusammenhang zwischen Seilspannung und Durchhang zu:

$$H' = \frac{q L^2}{8 f'} - H'' . \frac{f''}{f'};$$

d. h. durch die Zugspannung des Fahrdrahtes wird die im Tragseil auftretende Zugspannung um einen Betrag geringer, welcher gekennzeichnet ist als jener Teil der Fahrdrahtspannung, der dem Verhältnis des Durchhanges des Fahrdrahtes zum Durchhang des Tragseiles entspricht; je gröfser also die Zugspannung im Fahrdraht ist, desto kleiner wird die Zugspannung im Tragseil.

Obige Beziehung lässt sich noch einfacher ansetzen, nämlich:

$$1) \;.\;.\;.\;.\; H' = \left(\frac{q . L^2}{8} + f H''\right) . \frac{1}{f'} - H''$$

Wird die Zugspannung im Fahrdraht vernachlässigt, also $H'' = o$ gesetzt, so geht die Beziehung 1) in die bekannte Formel zur Berechnung des Durchhanges aus Spannweite und Seilspannung über.

Gleichung 1) kann weiter als Ausgangspunkt für die Berechnung der Durchhangsänderung bei veränderlicher Aufsentemperatur unter Berücksichtigung des Fahrdrahtzuges benützt werden. Zu diesem Zwecke werden in die übliche Formel für die Zustandsänderung*) $(t_1 - t_2)$, die man durch Gleichsetzen der geometrischen und physikalischen Bedingung für den Zustand (Temperatur) t_1 und t_2 erhält, die aus Gleichung (1) sich ermittelnden Werte für H'_2 und f'_2 eingesetzt. Dies führt zur Zustandsgleichung des Kettenwerkes der Einheitsfahrleitung:

$$2) \;.\;.\;.\; t_2 = \frac{1}{Q.E.\alpha}(H'_1 + H''_2) + t_1 - \frac{8}{3 L^2 \alpha} . \frac{1}{(H'_1 + H''_1)^2} . \left(\frac{q_1 . L^2}{8} + f . H''_1\right)^2 - \frac{1}{Q.E.\alpha}\left(\frac{q_2 . L^2}{8} + f H''_2\right)\frac{1}{f'_2} + \frac{8}{3 L^2 \alpha} f'^2_2$$

Gleichung 2) enthält neben zwei Veränderlichen t_2 und f'_2 noch die Unbekannte f; diese ist, wenn die sehr geringfügige Längenänderung der Hängeseile unberücksichtigt bleibt, ein Festwert. Zur Ermittlung des letzteren wird davon ausgegangen, dafs bei einem durch die Verlegungsvorschrift gegebenen Zustand $t_2 (= +10^0$ C) der Fahrdraht wagrecht liegen soll. Nach der Beziehung
$f = f' + f''$ wird für diesen Fall
$f''_2 = o$; somit: $f = f'_2$.

Wird in Gleichung 2) $t_2 = 10^0$ C, $t_1 = -5^0$ C und $f'_2 = f$ gesetzt, so geht diese Beziehung nach einiger Umformung über in

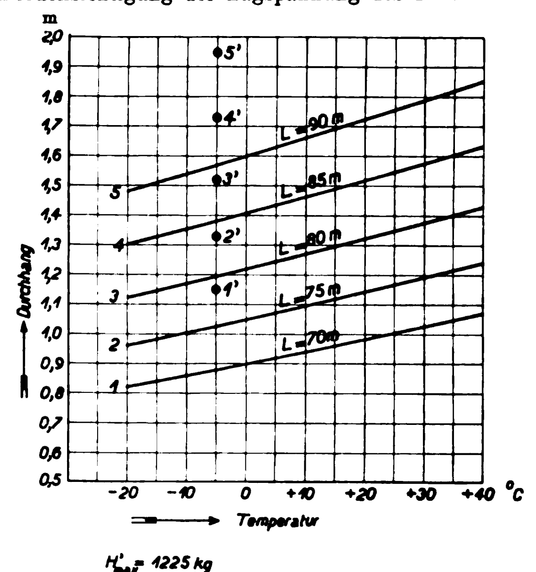
$$3) \;.\;.\; \frac{8}{3 L^2 \alpha}\left(1 - \frac{H''^2_1}{(H'_1 + H''_1)^2}\right) . f^3 - \frac{2 q_1 H''_1}{3 \alpha (H'_1 + H''_1)^2} . f^2 + \left(\frac{1}{Q E \alpha} . H'_1 + t_1 - t_2 - \frac{q_1^2 . L^2}{24 \alpha (H'_1 + H''_1)^2}\right) f - \frac{1}{Q.E.\alpha} . \frac{q_2 . L^2}{8} = 0.$$

Aus Gleichung 3), die nur mehr die Unbekannte f enthält, läfst sich dieser Wert bestimmen; er wird sodann in Gleichung 2) eingesetzt, die dann nur mehr die beiden Veränderlichen t_2 und f'_2 enthält und gestattet, für verschiedene Werte von f'_2 die zugehörigen Werte von t_2 zu berechnen. Der Durchhang des Fahrdrahtes ist zu rechnen aus

$$f''_2 = f'_2 - f.$$

In Abb. 4 sind für verschiedene Spannweiten und Höchstbelastungen die Durchhänge des Tragseiles in Abhängigkeit von der Temperatur aufgetragen; der Festwert f ist aus den in der Abbildung wiedergegebenen Schaulinien bei $t = +10^0$ C abzulesen.

Abb. 4. Durchhang des Tragseils der Einheitsfahrleitung unter Berücksichtigung der Zugspannung des Fahrdrahtes.



Wird in Gleichung 2) $H'' = 0$ gesetzt, d. h. der Fahrdrahtzug nicht berücksichtigt, so wird wieder die allgemeine Beziehung für die Zustandsänderung eines gespannten Seiles erhalten. Diese wäre jedoch für die Berechnung einer Fahrleitung nicht ausreichend. Denn wie Abb. 5 zeigt, ist der Einflufs des Fahrdrahtzuges auf den Durchhang des Tragseiles so grofs, dafs er nicht vernachlässigt werden kann.

Auf Taf. 23 ist bei 75 m Abstand der Stützpunkte die Änderung in der Hochlage des Kettenwerkes, sowie die Verschiebung der Hängeseile infolge der Längenänderung des Fahrdrahtes für $t = +10^0$, $+40^0$ und -20^0 C dargestellt. Da die Schräglage der Hänger ein gewisses Mafs nicht überschreiten soll, sind an jenen Aufhängepunkten des Fahrdrahtes, an denen der Sinus des Neigungswinkels der Hängeseile den Wert von 0,4 überschreiten würde, Seilschleifen anzuordnen (Abb. 3),

*) Beiziffer 1 bezeichnet den Zustand t_1, Beiziffer 2 den Zustand t_2; b = Tragseillänge;
b_0 = Tragseillänge für die Spannweite L bei 0^0 C (ungespannt);
$b_1 = L + \frac{8 f_1'^2}{3 L}$; $b_2 = L + \frac{8 f_2'^2}{3 L}$ (geometrische Bedingung);
$b_1 = b_0 + \frac{L . H'_1}{Q . E} + L . \alpha . t_1$ und
$b_2 = b_0 + \frac{L . H'_2}{Q . E} + L . \alpha . t_2$ (physikalische Bedingung).

Glieder zweiter Ordnung sind, da angenäherte Berechnung genügt, vernachlässigt.

Hieraus folgt die Zustandsgleichung des Tragseiles ohne Berücksichtigung des Fahrdrahtzuges:

$$t_2 = \frac{1}{Q . E . \alpha}(H'_1 + H'_2) + t_1 - \frac{8}{3 L^2 \alpha}(f_1^2 - f_2^2)$$

die mit beweglichen Läuferklemmen auf dem an diesen Stellen mit einer Schutzhülse versehenen Tragseil gleiten.

Die Schräglage eines beliebigen Hängers kann ermittelt werden nach der Gleichung

$$\sin \varphi = \frac{(X + X_0) \cdot \alpha \cdot t}{y},$$

wobei X in m die Entfernung des Hängers vom Festpunkte der Nachspannstrecke, $t = \pm 30^0$, d. i. die gröfste Abweichung von der Nullage ($+ 10^0$ C), X_0 einen Sicherheitszuschlag in m für ungenauen Einbau, Reckungen des Fahrdrahtes, Verlagerung der Fahrleitung und Nachgiebigkeit des Stützpunktes, y die Länge des Hängeseiles bedeutet (Abb. 6). Letztere kann bestimmt werden aus

$$y = y_0 + \frac{x'^2 \cdot q}{2 \cdot H},$$

worin y_0 = den geringsten Abstand zwischen Fahrdraht und Hängeseil, x' den Abstand des Hängers von der Mitte der Spannweite darstellt. Für den Sicherheitszuschlag x_0 wird ein Wert von nicht unter 100 m empfohlen.

Abb. 5.
Einflufs des Fahrdrahtzuges auf den Durchhang des Tragseils.

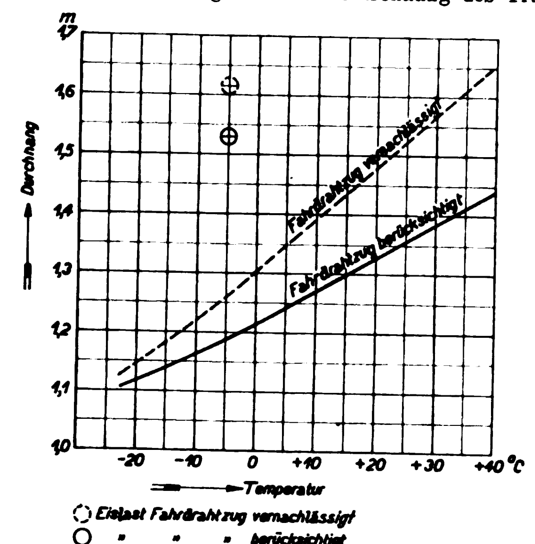


Abb. 6.

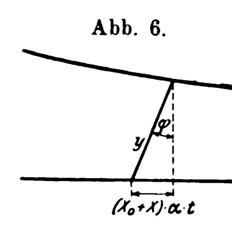


Abb. 1 Taf. 23 zeigt, dafs in einer Nachspannstrecke von 1500 m Länge 13 Felder von je 75 m Länge keine Seilschleifen, zwei Felder je zwei, fünf Felder je drei Seilschleifen erhalten; auch in den beiden Endfeldern vor den Nachspannmasten sind je die drei mittleren Hängeseile durch Seilschleifen zu ersetzen.

B. Einflufs der Windbelastung auf den Mastabstand.

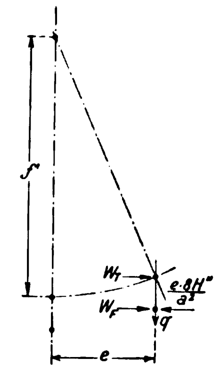
a) Ableitung der Formeln.

Der senkrecht auf das Kettenwerk treffende Wind hat zur Folge, dafs das Tragseil in der Richtung des Windes um seine Aufhängepunkte ausschwingt und der Fahrdraht aus seiner Ruhelage abgetrieben wird. Dem Einflufs des Winddruckes setzt sich entgegen das Gewicht des Kettenwerkes und die Zugspannung H'' im Fahrdraht; die auftretenden Kräfte müssen für eine bestimmte Windstärke im Gleichgewicht sein; für diesen Fall läfst sich eine Momentengleichung ableiten *), die zu der bekannten Formel für den Windabtrieb e (m) führt:

$$1) \ldots\ldots\ldots\ldots e = \frac{\mu \cdot a^2 \cdot W}{8 Z};$$

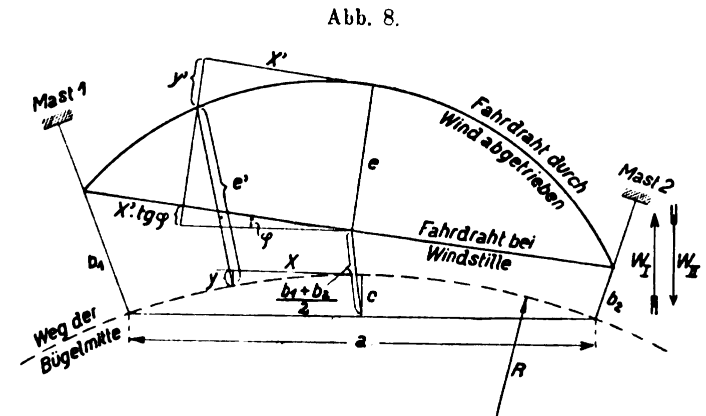
in dieser eine Parabel darstellenden Gleichung bedeutet: a den Mastabstand (m), $W = W_T + W_F$ = Winddruck auf das Kettenwerk (kg/m), $Z = H' + H''$ den Zug des Kettenwerkes (kg), μ einen Beiwert, der die hemmende Einwirkung der Hängedrähte auf den Abtrieb, die Spannungs- und Durchhangserhöhung des Tragseiles infolge des Winddruckes, die Ungenauigkeit einiger zur Aufstellung der Momentengleichung benützten Gröfsen berücksichtigen soll. Die angestellten Untersuchungen haben gezeigt, dafs für die zur Anwendung kommenden Spannweiten der Beiwert μ nur wenig von 1 verschieden ist (0,96 — 0,98); wird aufserdem beachtet, dafs die das Tragseil haltenden Ausleger nicht als vollkommen starr angesehen werden können, sondern bei ungleichmäfsig auf die einzelnen Felder auftreffendem Wind eine gewisse Nachgiebigkeit aufweisen, die zu einer Verkürzung der Spannweite führt, so ist der Sicherheit halber $\mu = 1$ zu setzen.

Abb. 7.
(zur Fufsnote *)



Aufser der physikalischen Bedingung für den Abtrieb nach Gleichung 1) läfst sich noch die geometrische Bedingung für den Weg des Stromabnehmerbügels und für die Abtriebslinie des Fahrdrahtes in allgemeiner Form unter Zuhilfenahme der in Abb. 8 verzerrt wiedergegebenen Gröfsen aufstellen; hierbei bedeutet R den Krümmungshalbmesser des Weges der Bügelmitte, e'_{max} den gröfsten zulässigen Windabtrieb, b_1 und b_2 die Seitenverschiebung des Fahrdrahtes an den Masten 1 und 2 (Zickzack).

Abb. 8.



Der Kreisbogen, den die Bügelmitte in der Krümmung beschreibt, kann mit hinreichender Genauigkeit durch einen Parabelbogen ersetzt werden, dessen Gleichung**) angeschrieben werden kann zu:

$$2) \ldots y = \frac{x^2}{2R} \text{ (Gleichung des Weges der Bügelmitte).}$$

Wird die Abtriebslinie des Fahrdrahtes gleichfalls als Parabel angenommen, so kann für diese gesetzt werden:

$$y' = p' \ x'^2;$$

zur Ermittelung des Parameters p' ist zu beachten, dafs für

---

*) $(W_T + W_F) \cdot f' = q \cdot e + e \cdot \frac{8 \cdot H''}{a^2} \cdot f'$; hieraus:

$$e = \frac{(W_T + W_F) \cdot f'}{q + \frac{8 H''}{a^2} \cdot f'} = \frac{(W_T + W_F)\, a^2}{\left(\frac{q \cdot a^2}{8 f} + H''\right) \cdot 8} = \frac{W \cdot a^2}{8 (H' + H'')} = \frac{W \cdot a^2}{8 \cdot Z} \text{ (Abb. 7).}$$

**) Aus Abb. 8 wird: $\left(\frac{a}{2}\right)^2 + (R - c)^2 = R^2$; da c^2 gegenüber den übrigen Gliedern sehr klein und deshalb zu vernachlässigen ist, wird: $c = \frac{a^2}{8 R}$; zur Bestimmung des Parameters p in der allgemeinen Parabelgleichung $y = p x^2$ wird $x = \frac{a}{2}$ gesetzt, dann wird, weil nach Abb. 8 für diesen Fall $y = c$, $c = p \cdot \left(\frac{a}{2}\right)^2$ oder $p = \frac{4 c}{a^2}$; diesen Parameter in die Gleichung eingeführt, ergibt: $y = \frac{4 c}{a^2} \cdot x^2$ oder unter Berücksichtigung des oben ermittelten Wertes für $c: y = \frac{x^2}{2R}$

$x' = \frac{a}{2}$ der Wert $y' = e$ und nach Einführung dieser Werte:

$e = p' \cdot \left(\frac{a}{2}\right)^2$ wird; der Parameter $p' = \frac{4e}{a^2}$ und annäherungsweise $x' = x$ gesetzt, ergibt

$y' = \frac{4e}{a^2} \cdot x^2$; da aber nach Gleichung 1): $e = \frac{a^2 \cdot W}{8Z}$ ist, so wird

$$3) \quad \ldots \quad y' = \frac{W}{2Z} \cdot x^2 \text{ (Gleichung der Windabtriebslinie).}$$

Mit genügender Genauigkeit kann aus Abb. 8 unter Beachtung der verzerrten Aufzeichnung für den Abtrieb e' des Fahrdrahtes von der Bahn der Bügelmitte entnommen werden:

$$e' = e - y' + x' \cdot \operatorname{tg}\varphi + \frac{b_1 + b_2}{2} - c + y;$$

da $\operatorname{tg}\varphi = \frac{b_1 - b_2}{a}$, so ergibt sich, wenn die für e, y', c und y oben ermittelten Werte eingeführt werden,

$$4) \ldots e' = \frac{a^2}{8}\left(\frac{W}{Z} - \frac{1}{R}\right) - \frac{x^2}{2}\left(\frac{W}{Z} - \frac{1}{R}\right) + \frac{b_1 + b_2}{2} + \frac{b_1 - b_2}{a} \cdot x.$$

Um den Höchstwert von e' (e'_{max}) zu erhalten, wird die erste Ableitung der Gleichung 4) nach x gebildet und gleich Null gesetzt; das gibt:

$$4a) \ldots\ldots\ldots \quad x = \frac{b_1 - b_2}{a\left(\frac{W}{Z} - \frac{1}{R}\right)}$$

Da e'_{max} durch die Bauart des Stromabnehmerbügels festgelegt ist (= 0,75 m), so kann mit Hilfe der Gleichung 4) nach Einsetzen des durch die erste Ableitung gefundenen Wertes von x der gröfste zulässige Mastabstand durch Auflösung dieser Gleichung nach a gefunden werden:

$$5) \begin{cases} a_I = \sqrt{\dfrac{2Z}{W_I - \dfrac{Z}{R}} \left\{2e'_{max} - b_1 - b_2 + \sqrt{(2e'_{max} - b_1 - b_2)^2 - (b_1 - b_2)^2}\right\}} \\ \text{und} \\ a_{II} = \sqrt{\dfrac{2Z}{W_I + \dfrac{Z}{R}} \left\{2e'_{max} - b_1 + b_2 + \sqrt{(2e'_{max} + b_1 - b_2)^2 - (b_1 - b_2)^2}\right\}} \end{cases}$$

Der Windrichtung von W_I (vom Krümmungsmittelpunkt der Strecke aus) entspricht der Mastabstand a_I, der entgegengesetzten Windrichtung W_{II} der Mastabstand a_{II}.

b) Anwendung der Formeln.

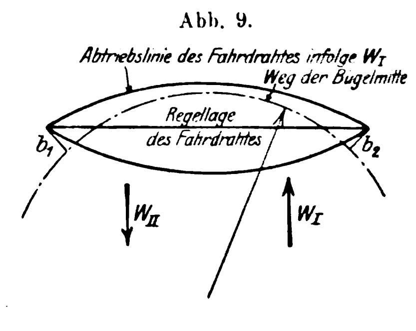
Die Gleichungen 5) sind allgemein gültig; für die Einheitsfahrleitung der deutschen Reichsbahn ist wegen der gleichmäfsigen Abnützung des Schleifstückes des Stromabnehmerbügels $b_1 = 0{,}6$ m zu setzen; der gröfste zulässige Windabtrieb e'_{max} ist mit 0,75 m vorgeschrieben; W_I und W_{II} sind durch die höchste auftretende Windgeschwindigkeit (31 m/sec) festgelegt. Da $Z = H' + H'' = 800 + 1000 = 1800$ kg durch die Verlegungsvorschrift (bei $t = 5^\circ$ C) gegeben, R in jedem Einzelfalle bekannt ist, sind in den Gleichungen 5) nur mehr noch a und b_2 unbekannte Gröfsen; für den Fall, dafs die Seitenverschiebung des Fahrdrahtes nach beiden Richtungen gleich genommen wird (± 0,6 m), ist auch b_2 gegeben.

Im Schaubild Abb. 2, Taf. 24 sind entsprechend den beiden Windrichtungen für verschiedene Werte von $W_I - \frac{Z}{R}$ und $W_{II} + \frac{Z}{R}$ die Linienscharen $a_I = F(b_2)$ und $a_{II} = F(b_2)$ aufgetragen; die Hilfslinie $\frac{Z}{R} = F(R)$ in Abb. 4 der Tafel gestattet, die Gröfsen $\frac{Z}{R}$ für verschiedene Krümmungshalbmesser abzugreifen. Das Schaubild gibt für eine bestimmte Seitenverschiebung b_2 die Mastabstände a für die in beiden Richtungen aufkommenden Windstärken; der Ausführung mufs der niedrigere Wert von a zugrunde gelegt werden. Innerhalb des in Betracht kommenden Bereiches von b_2 werden die Linien $a_I = F(b_2)$ und $a_{II} = F(b_2)$ sich schneiden oder nicht schneiden. Im ersten Falle gibt der Schnittpunkt der beiden Linien den höchstzulässigen Mastabstand und die zugehörige Seitenverschiebung b_2. Schneiden sich die beiden Linien nicht, so liegt der Höchstwert von a entweder bei $b_2 = -0{,}6$ oder bei $b_2 = +0{,}6$. Ersteres tritt nur dann ein, wenn $\left(W_{II} + \frac{Z}{R}\right) < \left(W_I - \frac{Z}{R}\right)$, d. h. bei sehr grofsen Krümmungshalbmessern der Bahnstrecke und grofsem Unterschiede in den Windstärken aus beiden Richtungen; in diesen besonderen Fällen mufs, um das Schaulinienbild zur Ermittlung des günstigsten Mastabstandes verwenden zu können, der Wert für R — in diesem Falle entgegengesetzt der Windrichtung W_I — negativ genommen werden. Bei kleinen Krümmungshalbmessern der Bahnstrecke liegt, wenn kein Schnittpunkt der Linien $a_I = F(b_2)$ und $a_{II} = F(b_2)$ vorhanden ist, der Höchstwert von a bei $b_2 = +0{,}6$; in diesem Falle ist also $b_1 = b_2$; dann vereinfachen sich die Gleichungen 5) zu:

$$6) \ldots\ldots \begin{cases} a_I = 2\sqrt{\dfrac{2Z}{W_I - \dfrac{Z}{R}} (e'_{max} - b_1)} \text{ und} \\ a_{II} = 2\sqrt{\dfrac{2Z}{W_{II} + \dfrac{Z}{R}} (e'_{max} + b_1)} \end{cases}$$

Diese vereinfachten Beziehungen gestatten für den Fall $b_1 = b_2$ die Mastabstände unmittelbar in Abhängigkeit vom Krümmungshalbmesser zeichnerisch darzustellen; letzteres ist in Abb. 3 Taf. 24 für verschiedene Windstärken W_{II} geschehen; die Windstärken W_I, welche wie Abb. 9 zeigt, den Fahrdraht nach dem Wege der Bügelmitte zu treiben, kommen erst in Betracht, wenn der Krümmungshalbmesser einen gewissen Grenzwert überschreitet; letzterer wird dann erreicht, wenn

Abb. 9.



$$a = a_{II} \text{ oder } \frac{Z(e'_{max} - b_1)}{W_I - \frac{Z}{R}} = \frac{Z(e'_{max} + b_1)}{W_{II} + \frac{Z}{R}}$$

wird. Der jeweilige Grenzwert von R für bestimmte Werte von W_I und W_{II} ermittelt sich aus obigem zu:

$$R = \frac{2Ze'_{max}}{(e'_{max} + b_1) W_I - (e'_{max} - b_1) W_{II}}$$

Diese Grenzwerte $R = F(W_{II})$ sind für bestimmte Werte von W_I in Abb. 3 Taf. 24 eingetragen; da diese Schaulinien nur für $b_1 = b_2 = +0{,}6$ gelten, sind für jene Werte von R, welche gröfser sind als die durch die Grenzlinien $R = F(W_{II})$ gegebenen, die zulässigen Mastabstände aus Abb. 2 der Taf. 24 zu entnehmen. Dies hat auch für die gerade Strecke, d. h. für den Fall $R = \infty$, in welchem $\frac{Z}{R} = 0$ wird, zu geschehen, wobei zu beachten ist, dafs der gröfste Wert der Windstärke mit W_{II} zu bezeichnen ist, da bei Ableitung der Formeln vorausgesetzt ist, dafs die Richtung von W_{II} entgegengesetzt jener der Seitenverschiebung b_1 bzw. des Halbmessers R ist.

Für gleiche Windstärken in beiden Richtungen ($W_I = W_{II}$) und $R = \infty$ fallen, wie der Abb. 1 ohne weiteres zu entnehmen ist, die Schnitte der Linien $a_I = F(b_2)$ und $a_{II} = F(b_2)$ auf die in $b_2 = -0{,}6$ errichtete Lotrechte.

c) Beispiele für die Benützung der Schaulinientafel (Taf. 24).

α) Grade Bahnstrecke, an einem Berghang verlaufend, auf der einen Seite windgeschützt; einseitige gröfste Windbelastung mit 31 m/sec; $W_{II} = 1{,}6$ kg/m; $W_I = 0{,}5$ kg/m (entsprechend einer Windstärke von 17,3 m/sec); in Abb. 2 Taf. 24 schneiden sich die Linien $W_{II} = 1{,}6$ kg/m und $W_I = 0{,}5$ kg/m in einem Punkt, für welchen $a = 99{,}5$ m und $b_2 = +0{,}13$ m ist. Soll trotz der windgeschützten Lage $b_2 = -0{,}6$ m gemacht werden (gleiche Zickzackführung nach beiden Seiten), so ist der Abstand a auf 73 m zu verringern; d. h. W_I könnte, wie aus Abb. 1 zu entnehmen, in diesem Falle bis auf die Gröfse von $W_{II} = 1{,}6$ kg/m anwachsen; die windgeschützte Lage der Strecke ist aber für $b_2 = -0{,}6$ m nicht ausgenützt; die Anwendung der gleichen Seitenverschiebung müfste demnach mit einem um 26,5 m geringeren Mastabstand erkauft werden.

β) Gekrümmte Strecke, auf der einen Seite windgeschützt. $R = 1800$ m; $W_I = 1{,}6$ kg/m; $W_{II} = 0{,}8$. Nach Abb. 2 Taf. 24 ist $\frac{Z}{R} = 1{,}0$; also: $W_I - \frac{Z}{R} = 1{,}6 - 1{,}0 = 0{,}6$ kg/m; $W_{II} + \frac{Z}{R} = 0{,}8 + 1{,}0 = 1{,}8$ kg/m; aus Abb. 1 ergibt sich der Schnittpunkt der Linien $W_I - \frac{Z}{R} = 0{,}6$ und $W_{II} + \frac{Z}{R} = 1{,}8$ als Wert für den Mastabstand $a = 93$ m bei einer Seitenverschiebung von $b_2 = +0{,}08$ m. Wird — wie bisher üblich — in Krümmungen die Seitenverschiebung $b_2 = +0{,}6$ m ausgeführt, dann mufs der Mastabstand a, wie aus Abb. 1 zu entnehmen, auf 60 m verkürzt werden.

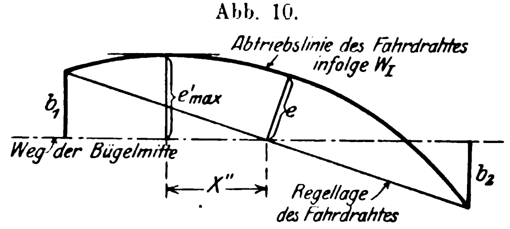
γ) Ist die windgeschützte Seite der Strecke die entgegengesetzte wie im Beispiel β, also $W_I = 0{,}8$ und $W_{II} = 1{,}6$, so ergibt sich: $W_I - \frac{Z}{R} = 0{,}8 - 1{,}0 = -0{,}2$ kg/m; $W_{II} + \frac{Z}{R} = 1{,}6 + 1{,}0 = 2{,}6$ kg/m; die Linie $\left(W_I - \frac{Z}{R}\right)$ ist in dem bis 150 m Mastabstand gezeichneten Schaubild nicht mehr enthalten; entscheidend für den Abstand ist demnach die Linie $W_{II} + \frac{Z}{R}$; diese schneidet auf der Lotrechten $b_2 = +0{,}6$ m R den Mastabstand von 86,5 m ab. Dieser hätte auch unmittelbar aus Abb. 2 abgelesen werden können für $R = 1800$ m und $W_{II} = 1{,}6$ kg/m, weil die Grenzlinie $W_I = 0{,}8$ kg/m einem gröfseren Werte von R entspricht als 1800 m.

δ) Grade Strecke mit gleicher Windbelastung auf beiden Seiten: $W_I = W_{II} = 1{,}6$ kg/m; aus dem Schaubild wird $a = 73$ m bei $b_2 = -0{,}6$ m entnommen. Wird die Bahnlinie so verlegt, dafs ein Gleisbogen mit $R = 1400$ m eingeschaltet wird, so ergibt sich aus Abb. 2 für diesen Halbmesser ein Abstand von 82 m bei $b_2 = +0{,}6$; bei gleicher Windstärke in beiden Richtungen kann also der Mastabstand bei dieser Krümmung gröfser als in der Graden gewählt werden; dies hat seinen Grund darin, dafs im vorliegenden Falle die Fahrdrahtlage in der Mitte der Spannweite nahezu mit dem Wege der Bügelmitte zusammenfällt (Tangente im Grundrifs) und aufserdem der gröfste Abtrieb der Fahrleitung in der Graden nicht in der Mitte der Spannweite liegt, sondern wie Abb. 10 zeigt, von diesem um einen Abstand x'' verschoben ist, der sich aus Gleichung 4a), wenn $b_2 = -b_1$ und $R = \infty$ gesetzt wird, ermittelt zu:

$$x'' = \frac{2\,b_1\,.\,Z}{a\,.\,W}.$$

Die vorstehenden Beispiele haben den bedeutenden Einflufs der Gröfse der Seitenverschiebung auf den Mastabstand bereits dargetan; wird in graden Streckenabschnitten oder in solchen mit grofsen Krümmungshalbmessern an dem wegen der gleichmäfsigen Abnützung des Stromabnehmerbügels üblichen, nach beiden Seiten gleich grofsen Zickzack von 0,6 m festgehalten, so ist dies mit Rücksicht auf den Windabtrieb nur dann begründet, wenn $W_{II} = W_I$ ist. In allen Fällen, in denen $W_{II} > W_I$, kann durch Verringerung der Seitenverschiebung b der Mastabstand erheblich vergröfsert, an Eisenaufwand für die Streckenausrüstung also gespart werden; die Verminderung des Zickzacks läuft praktisch auf ein Verschieben der Fahrleitung entgegen der Richtung der stärksten Windbelastung hinaus.

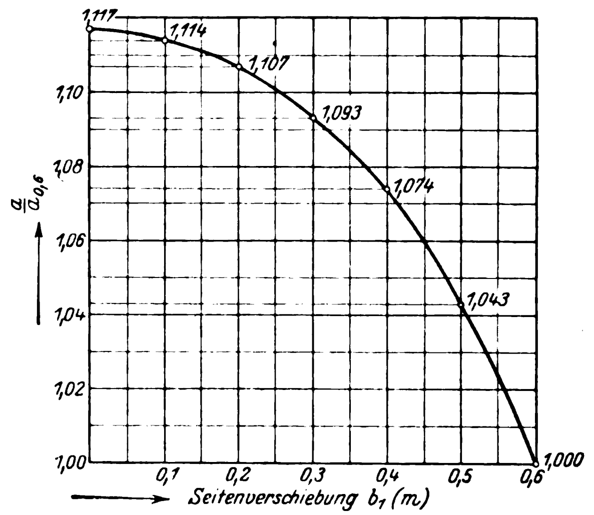
Abb. 10.



d) Einflufs der Seitenverschiebung und der Zugspannung des Fahrdrahtes auf den Mastabstand.

Diese Erkenntnis kann aufserdem besonders dort vorteilhaft verwendet werden, wo bei Anlage der Fahrleitung Fehlgriffe in der Einschätzung der aufkommenden Winde unterlaufen sind oder ein böenartiges Auftreten derselben auf das bestehende Kettenwerk infolge der örtlichen Verhältnisse zur besonderen Vorsicht zwingt. Den Einflufs der Änderung der Seitenverschiebung in der graden Strecke zeigt Abb. 11, in welcher das Verhältnis $\frac{a}{a_{0,6}}$ in Abhängigkeit von der Seitenverschiebung b_1 aufgetragen ist. Die Werte der Verhältnislinie sind ermittelt, indem in

Abb. 11. Einflufs der Seitenverschiebung auf den Matsabstand.



Gleichung 5) $R = \infty$, $W_I = W_{II}$, $b_1 = -b_2$, $e'_{max} = 0{,}75$ m eingeführt, in der hierdurch erhaltenen vereinfachten Beziehung, nämlich:

$$7) \quad \ldots \; a = 2\sqrt{\frac{Z}{W}\left(0{,}75 + \sqrt{0{,}5625 - b_1^2}\right)}$$

$b_1 = 0{,}6$ m gesetzt und das Verhältnis

$$\frac{a}{a_{0,6}} = \sqrt{\frac{0{,}75 + \sqrt{0{,}5625 - b_1^2}}{1{,}2}}$$

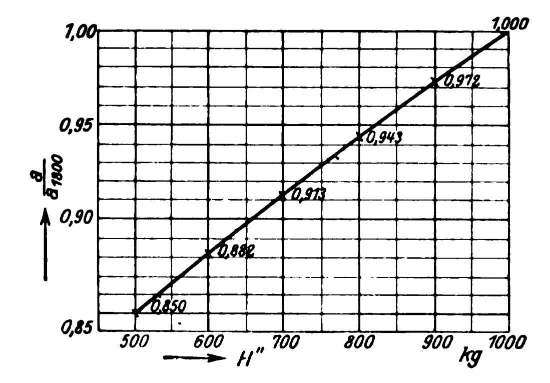
für verschiedene Werte von b_1 gebildet wird.

Gegenüber den älteren Bauformen ist ferner bei der Einheitsfahrleitung die Zugspannung im Fahrdrahte erheblich vergröfsert worden; damit besteht die Möglichkeit den Mastabstand bei gleichem Höchstwert des Windabtriebes zu vergröfsern. Der Einflufs der Höhe der Zugspannung H'' wird erkennbar, wenn mit Hilfe der für den Fall der graden Strecke vereinfachten Gleichung 7) das Verhältnis $\frac{a}{a_{1800}}$ gebildet wird. Da $Z = H' + H'' = 800 + H''$ gesetzt werden kann, ergibt sich:

$$\frac{a}{a_{1800}} = \sqrt{\frac{800 + H''}{1800}}.$$

Die hieraus für verschiedene Zugspannungen im Fahrdraht sich ergebenden Verhältniswerte sind in Abb. 12 dargestellt; die Gefahr eines zu grofsen Windabtriebes bei älteren Bauformen der Fahrleitung kann demnach durch Erhöhung der Zugspannung im Fahrdraht mit Erfolg dort bekämpft werden, wo der Sicherheitsgrad der Eisenbauteile die Erhöhung des Fahrdrahtzuges zuläfst.

Abb. 12.
Einflufs der Zugspannung im Fahrdraht auf den Mastabstand.



C. Beanspruchung der seitlichen Festlegung durch Fahrdrahtzug und Wind.

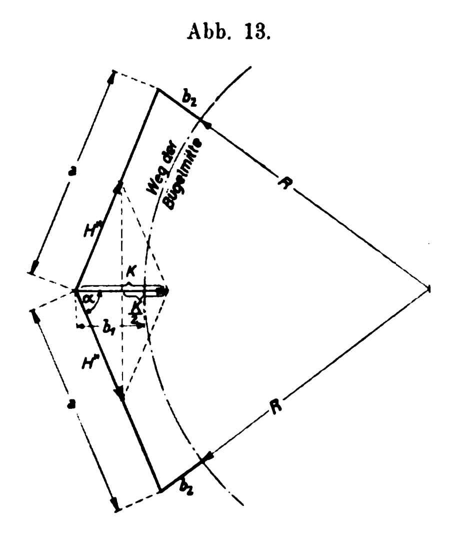
Die Querlage des Fahrdrahtes innerhalb der durch Stromabnehmerbügel und Windbelastung gesteckten Grenzen festzuhalten, dient die seitliche Festlegung. Ihre Bauform mufs das Wandern des Fahrdrahtes infolge der Wärmeschwankungen und die Änderungen in der Höhenlage des Fahrdrahtes infolge des Bügeldruckes zulassen. Die Beanspruchung P der Stützstrebe setzt sich zusammen aus der Einwirkung des Fahrdrahtzuges und des Winddruckes auf den Fahrdraht, kann also gesetzt werden:

$$P = K + a \cdot W_F;$$

die Belastung K ermittelt sich aus Abb. 13 zu

$$K = 2 H'' \cdot \cos \alpha.$$

Abb. 13.



Nach dem Kosinussatz kann gesetzt werden:

$$(R + b_2)^2 = (R + b_1)^2 + a^2 - 2a(R + b_2)\cos\alpha;$$

durch Auflösung nach $\cos\alpha$ und Vernachlässigung des Gliedes $(b_1^2 - b_2^2)$, das gegenüber R sehr klein ist, wird als Gleichung für die Beanspruchung der seitlichen Festlegung erhalten:

$$8) \quad \ldots \quad P = H'' \cdot \frac{a^2 + 2R(b_1 - b_2)}{aR} + a \cdot W_F.$$

Für den Fall gleicher Seitenverschiebung, also $b_1 = b_2$ wird die bekannte Beziehung

$$P = H'' \cdot \frac{a}{R} + a \cdot W_F,$$

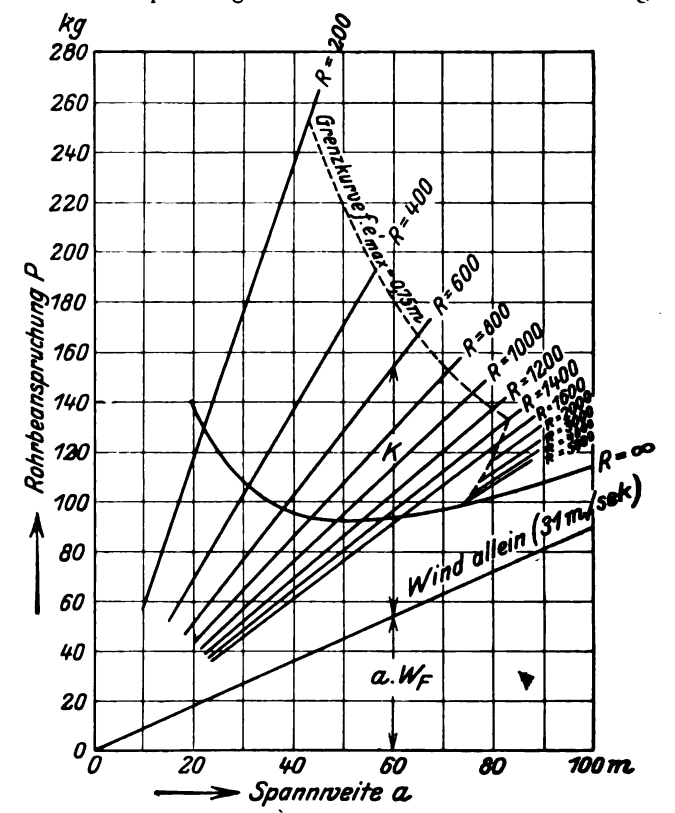
für die grade Strecke, also $R = \infty$, die Gleichung

$$P = H'' \frac{2(b_1 - b_2)}{a} + a \cdot W_F$$

erhalten.

Für die bei der Einheitsfahrleitung angenommene höchste Windbelastung (31 m/sec) ist in Abb. 14 die Beanspruchung der Stützstrebe für verschiedene Halbmesser des Bügelweges in Abhängigkeit von dem Mastabstande *a* aufgetragen. Die für $e'_{max} = 0,75$ m dargestellte Grenzlinie ist hierbei auf die nach Taf. 24 ermittelten zulässigen Höchstwerte der Mastabstände bezogen.

Abb. 14. Beanspruchung des Stützrohres der seitlichen Festlegung

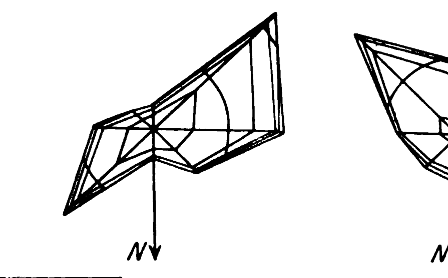


Schlufsbemerkung.

Die Untersuchungen zeigen, dafs der Einflufs der Windbelastung auf das Verhalten des Kettenwerkes einer Fahrleitung und deren Betriebssicherheit von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die Erfahrungen, namentlich auf den in Schlesien elektrisch betriebenen Strecken, an welchen Mastabstände von 90 bis 100 m bei Einführung des elektrischen Betriebes angewendet wurden, haben zudem ergeben, dafs bei sehr heftigen Stürmen der Fahrdraht so stark abgetrieben wurde, dafs der elektrische Betrieb zeitweise eingestellt und nachträglich zwischen je zwei Masten eine besondere Tragvorrichtung zur seitlichen Festlegung des Kettenwerkes eingebaut werden mufste. Der Ermittlung der Windstärken, welche an den zur Einführung des elektrischen Betriebes in Aussicht genommenen Strecken zeitweise aufkommen, ist daher mehr als bisher das Augenmerk zuzuwenden. Hierzu können die Beobachtungen der Landeswetterwarten und die Angaben von Windmessern, die an geeigneten Stellen der Strecke angebracht, von Zeit zu Zeit ihren Standort wechseln, verwertet werden. Im besonderen werden jene Streckenabschnitte herauszusuchen sein, an welchen die Spitzenwerte der auftretenden Windstärken infolge des Verlaufes der Eisenbahnlinien und der örtlichen Lage verhältnismäfsig gering sind und die für die Einheitsfahrleitung zugrunde gelegte höchste Windgeschwindigkeit von 31 m/sec nicht erreicht werden kann. In solchen Abschnitten können die Mastabstände unbedenklich entsprechend den Spitzenwerten der Winde vergröfsert und damit erhebliche

Baukosten erspart werden. Die einheitliche Festlegung von Windstärken für die elektrische Streckenausrüstung ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht angebracht; denn die meteorologischen Verhältnisse in den einzelnen Landstrichen sind häufig voneinander grundverschieden. Ein Beispiel hierfür bieten die in Abb. 15 wiedergegebenen »Windrosen«*) für die Beobachtungsstellen Breslau und München. Die Windrosen sind so aufgebaut, dafs auf jeder der acht Hauptrichtungen zunächst die Anteile der Geschwindigkeitsstufen von 0—2 m/sec an den einzelnen Windrichtungen vom Mittelpunkte ausgehend in einem bestimmten Mafsstabe (1 m = 1 %) abgetragen und die Endpunkte dieser Abschnitte miteinander verbunden sind; hieran anschliefsend ist die zweite Stärkestufe (2—5 m/sec) im gleichen Mafsstabe aufgetragen usw.; die Häufigkeiten der einzelnen Geschwindigkeitsgruppen sind also auf den Strahlen für die Hauptwindrichtungen zusammengezählt. Dies ergibt die Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen; die Begrenzungslinien der Windrosen stellen somit die Windverteilung nach den einzelnen Richtungen dar, die Längen der abgeschnittenen Teile der Strahlen die Häufigkeit der einzelnen Windgruppen. Die letzteren über den Schwellenwert von 15 m/sec hinaus zu ergänzen, mufs mit Rücksicht auf den Bau der Fahrleitungen unbedingt angestrebt werden, wenn eine wirtschaftliche Einteilung der Mastabstände erzielt werden soll.

Abb. 15.





*) Aus Assmann, „Die Winde in Deutschland."

Betrachtungen zur Elektrisierung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen.

Von Regierungsbaurat Schlemmer, Berlin.

Hierzu Abb. 9 und 10 auf Tafel 21.

Das schnelle Wachstum Berlins zu Anfang des Jahrhunderts und die ständige Zunahme des Verkehrs führten schon in den ersten Tagen der elektrischen Zugförderung bei den mafsgebenden Stellen der damaligen Preufsischen Staatsbahn zu der Überzeugung, dafs mit den bisherigen technischen Mitteln der Verkehr nicht mehr bewältigt werden könne. Insbesondere war es der weitschauende Vorkämpfer für die elektrische Zugförderung Dr. Ing. e. h. Wittfeld, der die technischen Entwicklungsmöglichkeiten des elektrischen Zugbetriebes erkannte und es durchsetzte, dafs der preufsische Landtag sich mit der Mittelbewilligung für die Einrichtung der elektrischen Zugförderung auf den Berliner Stadt- und Vorortbahnen befafste.

Das war damals ein Wagnis, denn die Erfahrungen mit dem elektrischen Betriebe waren gering und die Berliner Stadtbahn war ein Zuschufsbetrieb, so dafs wenig Neigung vorhanden war, in das unrentable Unternehmen noch weiter Geld hineinzustecken. Aufserdem wehrte sich die Dampflokomotivindustrie mit einer heute kaum noch verständlichen Hartnäckigkeit gegen den Gedanken, einen Teil des von ihr bis dahin beherrschten Arbeitsgebietes aufzugeben. Die Schonung der wertvollen Kohlenvorräte stand noch nicht so im Vordergrunde der wärmetechnischen Erwägungen und es konnte noch nicht mit der gleichen Sicherheit wie heute versprochen werden, dafs durch Einführung der neuen Betriebskraft der jährliche Verlust verschwinden würde.

Es begann nun ein jahrelanger Kampf, bei dem das fortwährende weitere Anwachsen des Verkehrs, die Erfolge der elektrischen Zugförderung in anderen Ländern und die dem Grofsstadtverkehr in vorzüglicher Weise angepafste Betriebsführung der Hoch- und Untergrundbahnen den Gedanken, auch die Stadtbahn elektrisch zu betreiben, in immer weitere Kreise trug. Die Anschauung der leitenden Stellen, dafs eine Verkehrsverwaltung nicht vor allen Dingen unmittelbar Geld verdienen müsse, sondern den Bedürfnissen der Bevölkerung zu dienen habe, führte schliefslich zu dem Entschlufs, das grofse Werk in Angriff zu nehmen.

Um die Einheitlichkeit des gesamten Bahnnetzes nicht zu stören, wurde zunächst Einphasen-Wechselstrom von $16^2/_3$ Perioden vorgeschlagen. Die Beförderung der Züge sollte durch zweiachsige Triebgestelle, kleine elektrische Lokomotiven ohne Führerstand erfolgen, die vor und hinter die vorhandenen Züge gestellt und vom Führerstandsabteil des Zuges aus gemeinsam gesteuert werden sollten. Auf diese Weise hoffte man, den vorhandenen Wagenpark weiter verwenden und das Anlagekapital verringern zu können.

Zur Energieversorgung wollte man zuerst ein oder zwei Grofskraftwerke in Berlin selbst bauen, um sich die Konkurrenz der westfälischen, oberschlesischen und englischen Steinkohle zunutze zu machen. Die sich immer mehr vertiefende Erkenntnis, dafs unsere hochwertigen Steinkohlen geschont werden müfsten, führte dazu, dafs grofse Braunkohlenfelder im Bitterfelder und Lausitzer Kohlenrevier erworben wurden, um auf dieser Basis die Kraftwerke zu errichten.

Der Gedanke, den alten Wagenpark zu behalten und mit Triebgestellen zu betreiben, wurde aufgegeben. Zwar hatten Versuchsausführungen die technische Möglichkeit bewiesen, aber die bei weiterer Verkehrssteigerung notwendige Erhöhung der Anfahrbeschleunigung schien doch nur mit einer gröfseren Anzahl von Triebachsen also mit Triebwagenbetrieb erreichbar. Weiter unten angeführte Gründe sprachen für Annahme eines neuen Wagentyps.

Die von verschiedenen Gleichstrom-Schnellbahnunternehmungen, vor allen der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, erzielten wirtschaftlichen Erfolge und die unterdessen gesammelten Erfahrungen mit dem Wechselstrombahnsystem gaben neue Grundlagen für eine Wirtschaftlichkeitsrechnung. Diese zeigte, dafs für Berliner Verhältnisse Gleichstrom-Triebwagenbetrieb das Gegebene sei. Aus weiter unten erörterten Gründen, wählte man die von der Berliner Hochbahn angewendete Spannung von 800 Volt und Stromzuführung mit dritter Schiene.

Leider hat die ungünstige Finanzlage des Reiches die Arbeiten sehr verlangsamt. Immerhin konnte die Umstellung des Betriebes auf den Berliner Vorortstrecken weiter geführt werden. In diesen Tagen wird der elektrische Betrieb Berlin — Bernau eröffnet. Die Strecke Berlin — Oranienburg wird zur Zeit ausgerüstet und es kann mit dem Beginn des elektrischen Betriebes im Frühjahr nächsten Jahres gerechnet werden. Die Ausrüstung der Strecke Berlin — Tegel ist in Vorbereitung.

Die Umgestaltung aller Verhältnisse nach dem Kriege brachte zwar eine gewaltige Verkehrssteigerung in Grofs-Berlin. Immerhin konnte es unsicher erscheinen, ob die Verkehrsentwicklung in der bisherigen Weise weiter gehen würde, um so mehr als gegen Ende des Krieges schon von manchen Seiten die Ansicht vertreten wurde, dafs die Entwicklung der Grofsstädte überhaupt zu einem gewissen Abschlufs gekommen sei und dafs die bei weiterer Entwicklung der Verkehrstechnik an sich mögliche verteilte Siedlung weiterhin den Bahnen die Aufgaben des Personenverkehrs stellen würde. Diese Meinung kann indessen als überholt bezeichnet werden. Die Entwicklung der Grofsstädte hat sich zwar verlangsamt, die Anzahl der Fahrten auf den Kopf der Bevölkerung und die von den Einzelnen zurückgelegte Durchschnittsentfernung ist dagegen in ständiger Zunahme begriffen. Dabei nimmt die Bevölkerungsdichte im Innern der Stadt eher ab als zu und es vollzieht sich eine immer schärfere Trennung zwischen

Geschäfts- und Arbeitsstadt einerseits und Wohnstadt andererseits. Mit dieser Erscheinung hängt es zusammen, dafs die Verkehrsbelastung aller städtischen Verkehrsmittel während der einzelnen Tagesstunden sehr verschieden ist. Man hat es mit einer ausgesprochenen Gezeitenbildung zu tun, deren Verlauf ausschliefslich vom Berufsverkehr bestimmt wird. Bei der in Abb. 9, Taf. 21 wiedergegebenen Belastungskurve, die den Energiebedarf der Sammelschiene des Kraftverkehrs für die Stadt-, Ring- und Vorortbahnen darstellt, lassen sich zwei Spitzen, die durch den Berufsverkehr verursacht werden, deutlich erkennen. Die Hauptbelastungen liegen zwischen 6 und 8 Uhr morgens und 5 bis 7 Uhr abends. In der Mittagszeit findet sich eine geringere Verkehrssteigerung, die durch die hier und da noch vorhandene Mittagspause in den Betrieben verursacht wird. Nachts ist eine Betriebspause von 2 bis 4 Stunden eingelegt, die Instandsetzungsarbeiten an den nichtbesetzten Strecken ermöglicht. Die Art der Tagesbelastung beeinflufst natürlich die Wirtschaftlichkeit der Betriebe ungünstig, denn sie verlangt Bereitstellung einer hohen Spitzenleistung sowohl an Betriebskraft, wie an Betriebsmitteln, die nur kurzzeitig ausgenutzt wird. Die, wie gesagt, alle Berliner Verkehrsunternehmungen betreffenden Schwankungen zeigen sich auf den Stadt-, Ring- und Vorortbahnen infolge der Lage und Ausdehnung dieses Netzes in besonders ausgeprägter Weise.

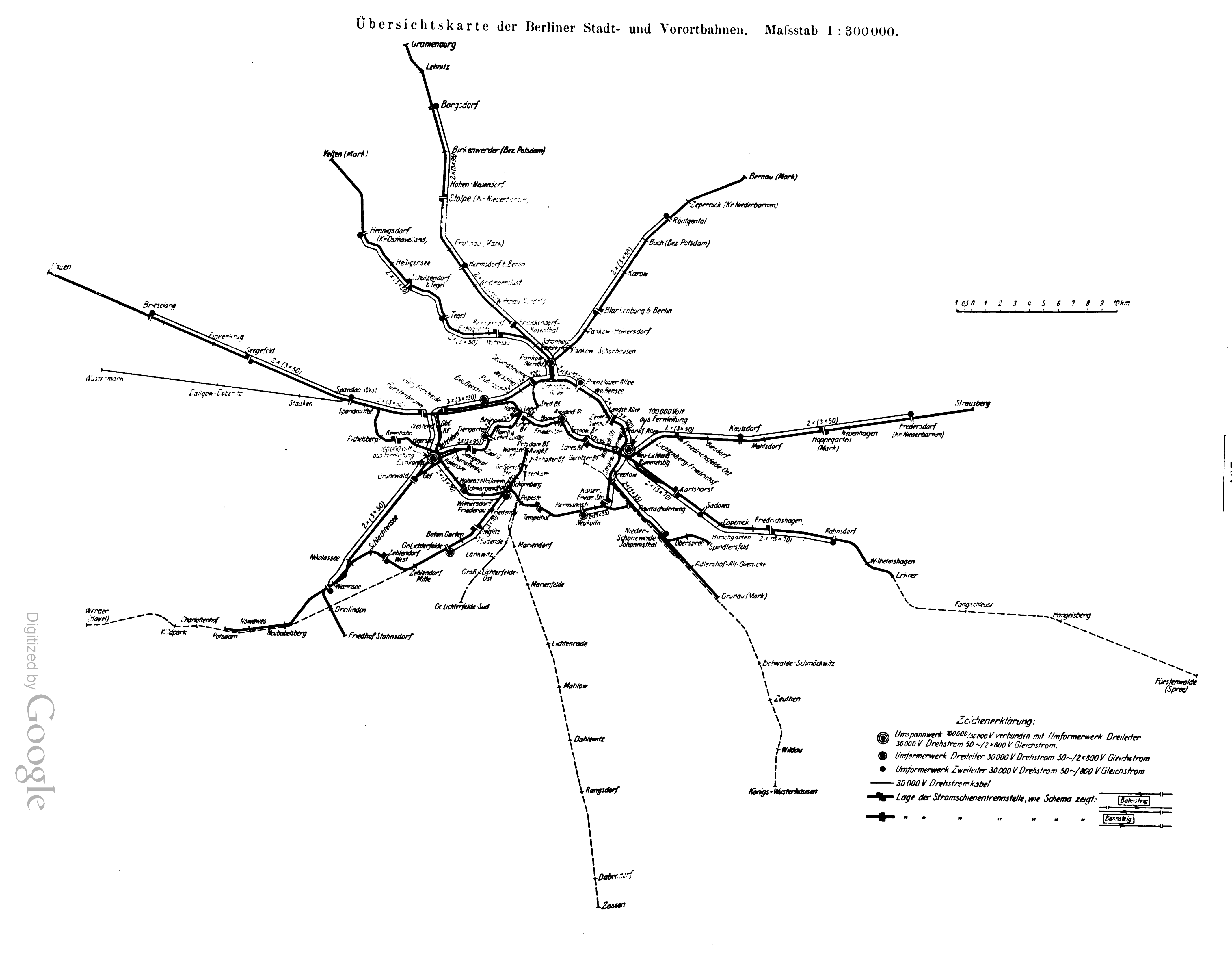
Das Netz der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn umfafst die Strecken der eigentlichen Stadtbahn, die durch die Hauptverkehrspunkte der inneren Stadt führen, die Ringbahn und die eigentlichen Vorortbahnen. Die gesamte zu elektrisierende Gleislänge beträgt 365 km Einfachgleis. Schon die Betrachtung des Streckenplanes zeigte, dafs eine betriebliche Trennung zwischen Stadt- und Vorortbahn nicht möglich ist. Das gilt besonders für die vom Osten und Westen her auf die Stadtbahn einmündenden Linien. Aber auch die Nordstrecken, die Wannseebahn usw., haben in ihren Anfangsteilen Stadtbahn-Charakter. Während im Innern der Stadt die Stationentfernung 0,6 bis 1,5 km beträgt, bilden bei den eigentlichen Vorortstrecken Stationsentfernungen von 3 bis 5 km die Regel, vereinzelt kommen Entfernungen bis 8 km vor. Diese untrennbare Kupplung von Stadtbahn- und fernbahnähnlichem Betrieb erschwert die Wahl der Betriebsmittel aufserordentlich. Fernbahnbetrieb verlangt hohe Reisegeschwindigkeit und grofse Anzahl der Sitzplätze im Verhältnis zur Anzahl der Stehplätze. Stadtbahnbetrieb bedarf der hohen Reisegeschwindigkeit nicht, grofse Anfahrbeschleunigung und grofser Fassungsraum der Züge ist hier die erste Forderung. Wegen der Kürze der zurückgelegten Strecke kann die Anzahl der Sitzplätze zugunsten der Stehplätze stark vermindert werden. Daraus ergibt sich, dafs Kompromisse geschlossen werden müssen für die andere Stadtbahnen nicht recht als Vorbilder zu brauchen sind.

Die Energieversorgung für dies bedeutende Bahnnetz, die die wirtschaftliche Grundlage des ganzen Unternehmens bildet, musste bei der Planung mit besonderer Vorsicht behandelt werden. Bei den zahlreichen Projekten der Vorkriegszeit war als selbstverständlich vorausgesetzt, dafs ein eigenes Kraftwerk errichtet werden sollte. Die stürmische Entwicklung der Überlandkraftversorgung während des Krieges und in den ersten Nachkriegsjahren, konnte den Gedanken vorteilhaft erscheinen lassen, die Berliner Bahnen an das allgemeine Landesversorgungsnetz anzuschliefsen. Es sprach dafür die Verminderung des Anlagekapitals und eine scheinbare Verminderung des Risikos bei einer Umgestaltung, die ohnehin eine Menge neuer technischer Aufgaben mit sich brachte. Eine eingehende Prüfung, die von genauen Wirtschaftlichkeitsrechnungen unterstützt wurde, führte indessen zu dem Entschlufs, eine eigene Kraftversorgung vorzusehen. Von den ausschlaggebenden Gesichtspunkten seien hier nur einige angeführt: Die Eigentümlichkeit der Tagesbelastungskurven stellt an das Elektrizitätswerk besondere Anforderungen, die in wirtschaftlicher Weise nur von einem Werk erfüllt werden können, das von vornherein für diesen Zweck eingerichtet worden ist. Die gute Wirtschaftlichkeit der bekannten grofsen Kraftwerke Mitteldeutschlands beruht ja auf der aufserordentlich hohen Benutzungsdauer der aufgestellten Maschinensätze. Der Anschlufs des Berliner Bahnnetzes an ein solches Werk wird also die Wirtschaftlichkeit desselben ganz erheblich stören und man wird genötigt sein, einen verhältnismäfsig hohen Strompreis zu bezahlen. Da an eine Speicherung mit Akkumulatoren für einen so grofsen Bahnbetrieb aus wirtschaftlichen Gründen nicht gedacht werden kann, hat jeder Betriebsvorgang im Zugförderungsdienst unmittelbaren Einflufs auf das Kraftwerk. Dieses mufs daher so eng mit dem Betrieb gekuppelt werden, dafs der Bahnbetrieb jederzeit in der Lage ist, diesen Einflufs geltend zu machen. Ferner mufs das Bahnkraftwerk der Streikgefahr soweit als irgend möglich entzogen werden; denn eine streikende Kraftwerks-Belegschaft hat es in der Tat in der Hand, einen grofsen Teil der Berliner Arbeiter am Erreichen ihrer Arbeitsstelle zu hindern und damit erhebliche Teile der Berliner Industrie lahm zu legen. Ein bahneigenes Kraftwerk mufs daher von vornherein so angelegt werden, dafs es mit ganz wenig Arbeitskräften, im Notfalle mit den Werkingenieuren, im Betrieb gehalten werden kann.

Wie oben erwähnt, besitzt die Reichsbahnverwaltung grofse Braunkohlenfelder im Bitterfelder und Lausitzer Revier. Es lag nahe, nach dem Vorbild von Golpa und anderen Grofskraftwerken die Stromerzeugung in unmittelbarer Nähe der Braunkohlengrube vorzunehmen. Eine genaue Durchrechnung der in Betracht kommenden Verhältnisse hatte indessen das überraschende Resultat, dafs es wirtschaftlicher ist, die Braunkohle über verhältnismäfsig grofse Entfernungen mit der Bahn zu befördern und das Kraftwerk an eine Stelle zu verlegen, wo so viel Wasser zur Verfügung steht, dafs Durchlaufkondensation ohne Rückkühlung des Kühlwassers möglich ist. Der auf diesem Wege im Kraftwerk erzielbare Wärmegewinn von 6% bis 10% überwiegt die Transportkosten in dem Mafse, dafs sogar ein Transport der Braunkohle vom Lausitzer oder Bitterfelder Revier bis Berlin wirtschaftlich vertretbar ist. Voraussetzung hierfür ist, dafs der Transport in geschlossenen Zügen von Grofsraum-Selbstentladern vorgenommen wird. Aus naheliegenden Gründen kann über den gewählten Standort für das Kraftwerk zur Zeit nichts mitgeteilt werden. Voraussichtlich wird ein Mittelweg eingeschlagen und das Kraftwerk an den nächsten, von der Braunkohlengrube aus mit Eisenbahnen zu erreichenden gröfseren Wasserlauf gelegt werden. In dem Kraftwerk werden etwa 100000 Kilo-Watt installiert werden. Die Zuführung der Energie an das Berliner Bahnnetz wird in einer Spannung von 100 Kilo-Volt auf zwei getrennten Gestängen erfolgen.

Wie eingangs erwähnt, ist Gleichstrom für den Betrieb der Bahn gewählt worden, daher ist für die Erzeugung und Verteilung der Energie-Drehstrom das Gegebene. Über die Wahl des Stromsystems ist ja im Laufe der Jahre eine so umfangreiche Literatur entstanden, dafs es sich erübrigt, auf diese Frage an dieser Stelle näher einzugehen. Es sei nur kurz darauf hingewiesen, dafs das Wechselstrom-Bahnsystem infolge der Billigkeit und Einfachheit der Stromverteilungs-Anlage für Fernbahnen besonders geeignet ist. Im Stadt- und Vorortbahnbetrieb steht dagegen der Kapitalaufwand für die Fahrzeuge an erster Stelle. Dieser wird bei Gleichstrom wesentlich geringer. Ferner werden die Fahrzeugausrüstungen bei Gleichstrom wesentlich leichter und damit der zur Bewegung der Fahrzeuge erforderliche Arbeitsaufwand kleiner. Als Nebengesichtspunkt kommt hinzu, dafs die Schutzmafsnahmen, die beim Wechselstrom-Bahnsystem an den Fernmeldeleitungen zu treffen sind, bei dem dichten Telephon- und Telegraphennetz Berlins sehr hohe Aufwendungen verlangt hätten.

Übersichtskarte der Berliner Stadt- und Vorortbahnen. Maßstab 1 : 300000.



Nachdem man sich für Gleichstrom entschieden hatte, blieb noch die Höhe der Spannung und die Art der Zuführung des Stromes (Fahrleitung oder dritte Schiene) festzulegen. Für eine Spannung von 1 500 bis 3 000 Volt sprach die grofse Betriebslänge des Netzes, andererseits sind die Erfahrungen mit den hohen Gleichstromspannungen nicht durchweg günstig, so dafs man aus Gründen der Betriebssicherheit eine Spannung von etwa 1 200 Volt in Betracht zog. Dieser Wert schien mit Rücksicht auf die grofsen Entfernungen und die verhältnismäfsig geringe Anzahl der erforderlichen Umformerwerke als sehr günstig gegriffen. Wenn man trotzdem endgültig auf die geringe Spannung von 800 Volt gelangt ist, so waren ausschliefslich Gründe der Betriebssicherheit mafsgebend.

Der aufserordentlich dichte Verkehr auf den Berliner Stadt- und Ringbahnen läfst die Unterhaltung einer Fahrdrahtanlage, die ja fast ausschliefslich von einem Fahrzeug unter Benutzung des Betriebsgleises erfolgen mufs, untunlich erscheinen. Von diesen Gesichtspunkt aus war also für Stromzuführung eine sogenannte dritte Schiene zu wählen. Für diese ist aber 1 200 Volt schon reichlich unbequem. Die Ausbildung der Isolatoren ist für diese Spannung schwierig und teuer, die Gefährdung der Streckenarbeiter wesentlich höher als bei 800 Volt. Für 800 Volt sprach besonders der Umstand, dafs mit dieser Spannung bei den Hochbahnen von Berlin und Hamburg günstige Erfahrungen vorlagen, deren Ergebnisse unmittelbar verwendet werden konnten. Die gröfsere Anzahl der Umformerwerke kann um so mehr in Kauf genommen werden, als die neue Entwicklung der Gleichrichter eine grofse Vereinfachung dieser Anlagen bringen wird. Schliefslich ist nicht zu verkennen, dafs eine einheitliche Spannung für alle Schnellverkehrsmittel Grofs-Berlins in der Zukunft grofse Vorteile bringen kann.

Die geplante Energie-Verteilung ist auf dem Plan Seite 207 dargestellt. In den Knotenpunkten der Stadt- und Ringbahn im Westen und Osten ist je ein grofses Umspannwerk vorgesehen, das die Spannung des Drehstroms von 100 000 Volt auf 30 000 Volt herabgesetzt und ein längs der einzelnen Strecken verlegtes Kabelnetz speist, an das die einzelnen Umformerstationen angeschlossen sind. Alle Verbindungskabel sind doppelt vorhanden und die Querschnitte sind so gewählt, dafs bei einem Ausfall des einen Kabels das andere allein die volle Leistung übernehmen kann. Für die Umformerwerke sind vorläufig Einanker-Umformer vorgesehen, es ist aber zu erwarten, dafs bei weiterer Entwicklung der Grofs-Gleichrichter man zum grofsen Teil auf diese zurückgreifen wird. Die Leistungen der einzelnen Umformerwerke sind beträchtlich, so sollen für Eichkamp und Rummelsburg sieben Einheiten zu je 2 500 Kilowatt, für Tiergarten, Alexanderplatz, Beuselstrafse, Prenzlauer-Allee, Eberssträfse je fünf Einheiten zu 2 500 Kilowatt aufgestellt werden. Die kleinsten Umformerstationen enthalten drei Einheiten zu 1 000 Kilowatt. Die Stromschiene soll eine Weicheisenschiene von einer Leitfähigkeit von 8—8,5 sowie einen Querschnitt von 5 100 qmm erhalten.

An den Stellen des stärksten Verkehrs im Innern der Stadt mufs diese Schiene späterhin durch Kupferauflagen verstärkt werden. Der Isolator ist so gestaltet, dafs genügend Platz für die Unterbringung einer Flach-Kupferschiene vorhanden ist. Um die Gefahr der Korrosionen von Wasserleitungen, Gasleitungen und Kabeln zu vermindern, ist im Innern der Stadt Dreileiter-Betrieb vorgesehen, hierbei hat die Stromschiene des einen Gleises plus 800 Volt, die Stromschiene der Gegenrichtung minus 800 Volt Spannung, während die Fahrschienen das Potential Null haben. Auf den Aufsenstrecken, bei denen infolge des dünneren Verkehrs ein Lastausgleich auf den Gleisen beider Fahrrichtungen nicht vorhanden ist, wird Zweileiter-Betrieb angewendet. Zur Rückleitung werden nicht nur die Vorortgleise, sondern fast überall die parallel laufenden Ferngleise mit herangezogen. Der aufserordentliche grofse Querschnitt, der zur Rückleitung zur Verfügung steht, wird zur Folge haben, dafs die Spannung der Schiene gegen Erde immer gering bleiben wird, so dafs ein Abirren stärkerer Ströme nicht zu befürchten ist. Da der gesamte Unterbau auf Holzschwellen und Schotter liegen wird, ist für eine gute Isolation der Schienen gegen Erde gesorgt. Der grofse Rückleitungs-Querschnitt bringt im übrigen mit sich, dafs der Spannungsabfall im Dreileiter-Bezirk entgegen der landläufigen Annahme höher ist, als im Zweileiter-Bezirk. Da Einrichtungen für den Dreileiter-Betrieb in den Unterwerken betrieblich unbequem und teuer sind, wird untersucht werden müssen, ob nicht auch im inneren Stadtbezirk mit Zweileiter-Anordnung gefahren werden kann, wenn nach dem Vorschlag von Brauns der negative Pol an die Stromschiene gelegt wird, oder die Polarität der Stromschienen täglich gewechselt wird.

Der grofse Kapitalaufwand, den die Elektrisierung des Berliner Netzes erfordert, läfst sich nur rechtfertigen, wenn man von vornherein alle Einrichtungen so vorsieht, dafs die technischen Mittel der Verkehrsentwicklung bis an die praktisch mögliche Grenze folgen können. Dafs dies beim Dampfbetrieb nicht mehr möglich war, geht aus der Tatsache hervor, dafs die Anzahl der Züge während der Stunden des stärksten Berufsverkehrs seit 1913 nicht vermehrt werden konnte; seit dieser Zeit werden in der stärksten Verkehrszeit 24 Züge in der Stunde in jeder Richtung auf der Stadtbahn gefahren, obwohl der Verkehr seit 1913 um etwa $50^0/_0$ zugenommen hat. Im Schaubild Abb. 10 auf Taf. 21 sind einige wesentliche Verkehrszahlen in ihrer Entwicklung dargestellt. Die baulichen Verhältnisse der zwischen den Mauern der Grofsstadt eingezwängten Bahnhöfe bringen es mit sich, dafs auch eine Verlängerung der Züge, die dem Dampfverkehr noch eine weitere Anpassung an den Verkehrszuwachs ermöglicht hätte, nicht durchführbar ist. Die Länge der zur Verfügung stehenden Bahnsteigkante ist voll ausgenutzt, so dafs nur übrig bleibt, die Breite der Wagen zu vergröfsern. Dies geschieht durch den Übergang vom Abteilwagen mit Klapptüren zum Grofsraum-Durchgangswagen mit Schiebetüren. Probezüge dieser Bauart mit verschiedener Grundrifsanordnung sind als Dampfzüge eine Zeitlang auf der Stadtbahn gelaufen. Sie werden jetzt elektrisch ausgerüstet und auf den Nordstrecken weiter verwendet. Allen Probezügen lag die gleiche Einteilung zugrunde. Jeder Vollzug von etwa 140 m Länge ist geteilt in zwei Halbzüge, von denen jeder zwei vierachsige Triebwagen und drei zweiachsige Beiwagen enthält.

In den Enddrehgestellen jedes Halbzuges sind je zwei Motore untergebracht. Die Motore sind nach Strassenbahnart aufgehängt und übertragen mittels doppelseitigem Vorgelege die Antriebkraft auf die Triebachsen. Die Zusammenfassung der Antriebleistung hat zur Folge, dafs die Triebgestelle höhere Achsen erhalten müssen, als sonst für den Zug vorgesehen sind. Während die Laufachsen, um einen möglichst tiefen Wagenboden zu erhalten, 850 mm Durchmesser erhalten, müssen die Triebachsen auf 1 000 mm vergröfsert werden. Man erkennt, dafs man es hier mit einer Weiterbildung der Wittfeldschen Triebgestell-Idee zu tun hat.

Die Bauart ist aufserordentlich einfach und im Betrieb sehr bequem zu unterhalten. Da Schäden meist an den Triebgestellen auftreten werden, ist im allgemeinen nur das Triebgestell auszuwechseln, was durch geringes Anheben eines Wagenendes und Lösen von ganz wenigen Verbindungen möglich ist. Nachteile der Anordnung sind der hohe Achsdruck (17 Tonnen) und die wagenbaulichen Folgen der Vergröfserung des Triebachsdurchmessers. Es wird notwendig, den Wagenboden über den Triebgestellen um eine Stufe höher zu legen, als sonst im Zuge. Infolgedessen mufs aufsen ein Trittbrett angebracht werden, um das hochgelegene Abteil

bequem erreichen zu können. Dieses Trittbrett bedingt seinerseits eine Breiteneinziehung des Wagenkastens. Aufserdem ist die erforderliche Beschleunigung des Zuges nicht mit völliger Sicherheit bei schlüpfrigen Schienen zu erzielen. Infolgedessen ist diese Bauart für später verlassen worden. Es wird künftig die doppelte Anzahl von Triebachsen unter entsprechender Verminderung der Leistung des einzelnen Motors angewendet werden. Über die Wagen sind an verschiedenen Stellen eingehende Veröffentlichungen erschienen. Die Probezüge stellen, was das Gewicht anlangt, einen sehr bedeutenden wagenbaulichen Fortschritt dar. Es ist gelungen, das Gewicht des Wagens je Platz auf 160 kg zu drücken, zum Vergleich sei angeführt, dafs die Wagen der Berliner Hochbahn je Platz etwa 220 kg wiegen, während das Platzgewicht der Abteilwagen der Berliner Stadtbahn sogar noch etwas mehr beträgt. Die Wagen werden in Zukunft nicht Aufsenschiebetüren wie die Probezüge, sondern voraussichtlich in Taschen laufende Schiebetüren erhalten.

Wie schon erwähnt, mufs im Innern der Stadt auf hohe Anfahrbeschleunigung der gröfste Wert gelegt werden, denn nur auf diese Weise ist es möglich, die Zugfolge erheblich zu verdichten. Es ist deshalb für den Betrieb im Innern der Stadt eine Anfahrbeschleunigung von 0,5 ms^{-2} vorgesehen*). Für die Aufsenbezirke genügt eine Anfahrbeschleunigung von 0,3 ms^{-2}. Da die Anfahrbeschleunigung die Spitzenleistung und damit die Maschinengröfse der Umformerwerke bestimmt, mufs in den Aufsenbezirken schon aus Gründen der Wirtschaftlichkeit eine geringere Beschleunigung gewählt werden, denn in den Aufsenbezirken ist infolge der geringeren Zugdichte der Ausnutzungsfaktor der Unterwerke ohnehin gering. Durchweg wird sich in Innen- und Aufsenbezirken eine Verkürzung der jetzigen Fahrzeiten um 25 % ergeben. Die Höchstgeschwindigkeit wird im allgemeinen mit 60 km/Std. angenommen, doch sind gelegentlich Überschreitungen um 10 % zulässig.

Die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes ist mit einer aufserordentlichen Sorgfalt in umfangreichen Denkschriften immer und immer wieder nachgewiesen worden. Es kann hier nur auf einige wesentliche Punkte dieser Berechnungen hingewiesen werden Zunächst kann man den Aufwand an WE für das geleistete Tonnenkilometer bei elektrischem und Dampfbetrieb vergleichen. Im Dampfbetrieb sind im letzten Jahr rund 250000 t Lokomotivkohle von 6500 bis 7000 WE/kg verbraucht worden. Damit wurden 3450000000 tkm geleistet. Daraus ergibt sich für das Tonnenkilometer beim Dampfbetrieb ein Wärmeverbrauch von 480 WE. Beim elektrischen Betrieb werden nach vorsichtiger Rechnung, einschliefslich aller Verluste, rund 47 Wattstunden für 1 tkm verbraucht (gemessen an der Sammelschiene des Kraftwerks). Rechnet man mit einem Verbrauch von 3 kg Braunkohlen von je 2000 WE für die erzeugte KWStd., so werden für 1 tkm 280 WE verbraucht. Die Wärmeersparnis gegenüber dem Dampfbetrieb beträgt also 200 WE je tkm = 40 %.

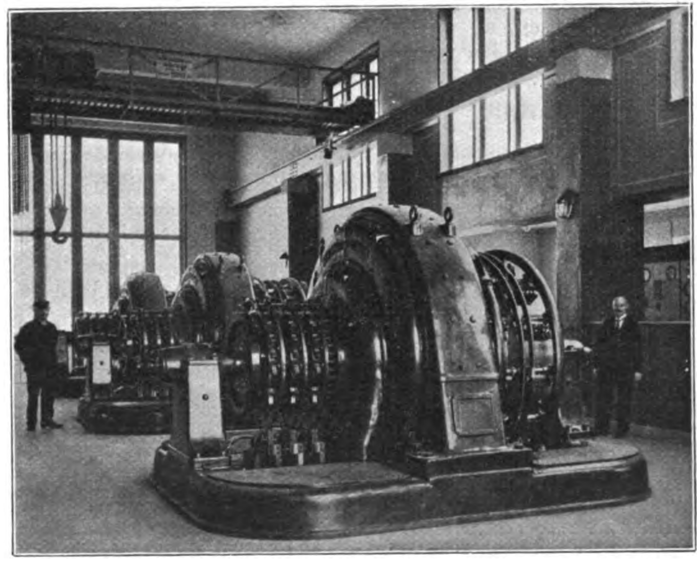
Ein weiterer Vorteil der elektrischen Zugförderung besteht in der gröfseren Anpassungsfähigkeit an die täglichen Schwankungen des Verkehrs. Während bei Dampfbetrieb nur durch Verändern der Zugfolge eine gewisse Anpassung erreicht wird, wobei aber nicht vermieden werden kann, dafs während der Zeiten schwachen Verkehrs die Züge sehr gering besetzt sind, ist es bei elektrischem Betrieb ohne weiteres möglich, die Stärke der Züge dem Bedürfnis so anzupassen, dafs jeder Zug wirtschaftlich ausgenutzt wird und trotzdem einer Grundforderung des Grofsstadtverkehrs: der dichten Zugfolge über den ganzen Tag, Genüge geleistet werden kann. Man kann also dieselbe Anzahl Personen mit einer viel geringeren Tonnenkilometerleistung befördern oder aber mit der beim Dampfbetrieb notwendigen Anzahl von Tonnenkilometern wesentlich mehr Fahrgäste befördern. Mit dem Triebwagenverkehr ist eine grofse Personalersparnis verbunden, sie kann beim eigentlichen Zug- und Bahnhofsdienst 30 % betragen. Ferner fallen alle Bekohlungsanlagen, Wasserstationen, Gasversorgungsanlagen, soweit sie dem Stadtbahnverkehr dienen, Lokomotiv-Überholungsgleise usw. fort. Da diese Anlagen zum gröfsten Teil auf hochwertigem Gelände liegen, sind die dadurch zu erreichenden wirtschaftlichen Vorteile beträchtlich. In vielen Fällen kann dadurch für die in der Grofsstadt eingezwängten Bahnanlagen erwünschter Entwicklungsraum geschaffen werden.

Für Bahnen, die nur dem Personenverkehr dienen, ist weder das Zugkilometer noch das Tonnenkilometer ohne weiteres als Vergleichsmafsstab geeignet. Für die Wirtschaftlichkeit mafsgebend sind vielmehr die Kosten des Platzkilometers. Infolge der besseren Ausnützung und des gröfseren Fassungsraumes der Züge ergibt sich, dafs das elektrisch gefahrene Platzkilometer etwa halb soviel kostet, als das mit Dampf gefahrene Platzkilometer. Hierbei ist angenommen, dafs beim elektrischen Betrieb eine Vermehrung der Züge von 24 auf 30 in der Stunde eintritt. Wird der Verkehr bis zur vollen Leistungsfähigkeit gesteigert (40 Züge in der Stunde), so wird das Verhältnis für den elektrischen Betrieb noch sehr viel günstiger.

Ein kleiner Teil der gesamten Anlagen ist nun in der Ausführung begriffen. In diesen Tagen wird auf der Strecke Berlin — Bernau der elektrische Betrieb aufgenommen werden. Obwohl Betriebserfahrungen noch nicht vorliegen, war bereits die Bauausführung eine Probe auf das Exempel, wie weit die in den verschiedenen Wirtschaftlichkeitsrechnungen gemachten Annahmen mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Es kann bis jetzt gesagt werden, dafs die Wirklichkeit, soweit die Bauausführung und der Personalaufwand für den Betrieb in Betracht kommen, sich noch günstiger gestaltet, als die Annahmen bei der Planung.

Über die Bauausführung seien noch einige Einzelheiten kurz mitgeteilt. Für die drei Nordstrecken Berlin, Tegel-Velten, Berlin — Oranienburg und Berlin — Bernau, die eine betriebliche Einheit bilden, sind zur Stromversorgung Unterwerke in Pankow, Tegel, Hennigsdorf, Hermsdorf, Borgsdorf und Röntgenthal vorgesehen (vergl. die Übersichtskarte). Drehstrom von 30000 Volt wird von dem Kraftwerk Moabit der städtischen Elektrizitätswerke in zwei Kabeln dem Umformerwerk Pankow (Abb. 1)

Abb. 1. Umformerwerk Pankow, Maschinenraum.

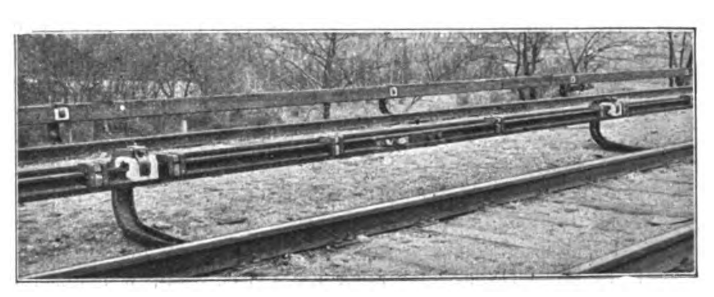


zugeführt und von hier aus auf die drei Strecken verteilt. Das Umformerwerk Pankow enthält drei Einankerumformer, geliefert von den Bergmann-Elektrizitätswerken, das Umformerwerk

*) Damit können bei Einführung des selbsttätigen Zugsicherungssystems 40 Züge in der Stunde über die Strecke gebracht werden.

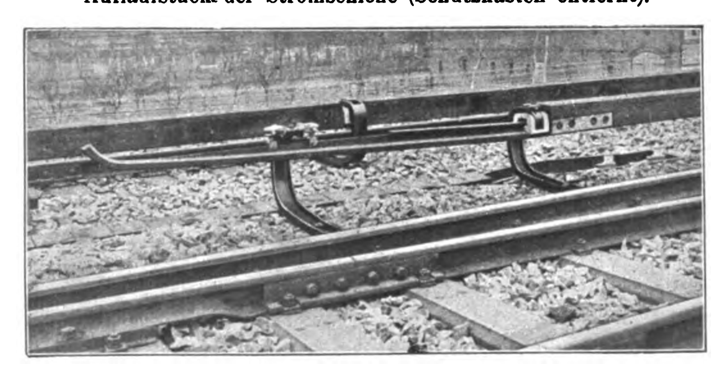
Röntgenthal drei Umformer zu 1000 KW, geliefert von Brown-Boveri, das Umformerwerk Hermsdorf, Dreiumformerwerk zu 1500 KW, geliefert von der A. E. G., die Umformer für das im Bau befindliche Werk Borgsdorf werden von Pöge geliefert. Die Schaltanlagen in dem Umformerwerk Hennigsdorf, Pankow und Röntgenthal sind von den Siemens-Schuckert-Werken hergestellt, die Schaltanlage in Borgsdorf ist bei der A. E. G. in Auftrag gegeben. Die Stromschiene, von Krupp geliefert, wird vom Stromabnehmer von unten bestrichen. Gegen Berührung von oben und der Seite ist sie mit einem Holzschutzkasten abgedeckt, der seinerseits mittels ölgetränkter Holzklötze auf der Schiene befestigt wird. In Abb. 2 ist die Anordnung der Stromschiene dargestellt. Die Stöfse der Stromschiene

Abb. 2. Anordnung der Stromschiene.
Links vorn: Isolatorbock, daneben rechts und links Holzklötze zum Befestigen des Holzschutzkastens; in der Mitte: Dehnungslasche. Hinten: Stromschiene mit aufgesetztem Schutzkasten.



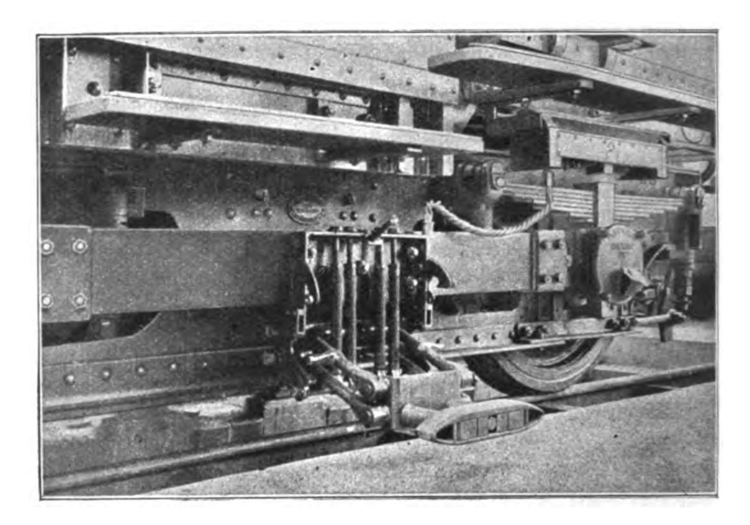
sind nach dem Meurerschen Spritzverfahren verzinkt und durch einfache verzinkte Laschen verbunden. Jeder dritte Stofs ist als Dehnungsstofs ausgebildet und mit einem biegsamen Kupferverbinder ausgerüstet, (auf der Abbildung zu erkennen). Getragen wird die Stromschiene von Böcken aus U oder T-Eisen, die auf die Holzschwellen aufgeschraubt sind. Die Isolatoren bestehen zum gröfsten Teil aus Porzellan, versuchsweise sind auch Isolatoren aus Glas und anderen Stoffen eingebaut worden. Der Stromabnehmer der Fahrzeuge wird dadurch etwas kompliziert, dafs es nicht möglich ist, ihn in der Tieflage, die er beim Bestreichen der Stromschiene von unten einnimmt, an allen Stellen durch das Profil zu bringen. Auf Brücken wird es häufig nötig, ihn durch eine Führungsschiene über den Brückenträger wegzuheben. Durch Verschieben des Gleises aus der Mittenachse der Brücke heraus läfst sich dann auf einer Seite die Durchführung der Stromschiene ermöglichen. An Weichen- und Gleiskreuzungen mufs die dritte Schiene unterbrochen werden, an diesen Stellen werden besonders gebogene Auflaufstücke angewendet, die eine sanfte Führung des Stromabnehmers gewährleisten, Abb. 3. Der Stromabnehmer ist in Abb. 4 dargestellt.

Abb. 3. Stromzuführung mit 3. Schiene bei Weichen.
Auflaufstück der Stromschiene (Schutzkasten entfernt).



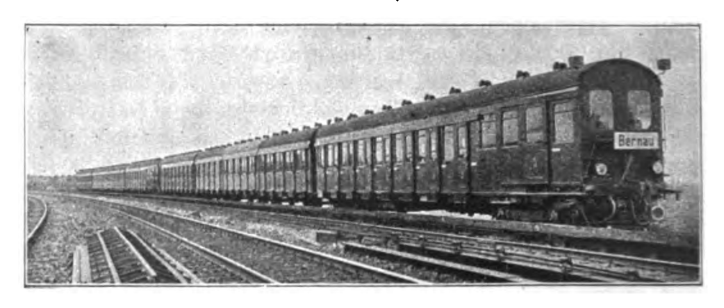
Als Fahrzeuge werden auf der Strecke Berlin-Bernau zunächst die Probezüge verwendet, die durch Veröffentlichungen an anderen Stellen bekannt sind, Abb. 5 zeigt einen dieser Züge auf der Strecke. Die Steuerung der Züge ist halbselbsttätig. Der Führer kann den Kontroller sofort in die Endstellung legen, das Weiterschalten von Stufe zu Stufe veranlafst ein sogenanntes Fortschalte-Relais das in Tätigkeit tritt, sobald die Stromstärke auf ein bestimmtes Mafs gesunken ist. Die Betätigung der einzelnen Schalter erfolgt mittels elektrisch ausgelöster Druckluftkolben, die eine Walze drehen, bei der

Abb. 4. Stromabnehmer. Bauart A. E. G.



einen Bauart mittels Zahnstange und Zahnrad, bei der anderen Bauart mittels eines Klinkwerkes, die ihrerseits die einzelnen Schütze durch Nocken bewegt. Die halbselbsttätige Steuerung hat den grofsen Vorteil, dafs Überlastung der Motoren durch ungeschicktes Fahren unmöglich ist. Sie ermöglicht eine weitgehende Mechanisierung des Fahrbetriebes, so dafs es leicht möglich ist, vermittels auf der Strecke verteilter Ein- und Ausschaltezeichen fast genau die theoretisch sparsamste Fahrweise zu verwirklichen.

Abb. 5. Triebwagenzug der Berliner Stadt- und Vorortbahnen.



Es läfst sich nicht verkennen, dafs die Verwirklichung des weitreichenden Planes, wie sie die Elektrisierung des gesamten Berliner Stadt- und Vorortverkehrs darstellt, in der Zeit grofser Kapitalnot, in der wir uns befinden, aufserordentlichen Schwierigkeiten begegnet. Die Unsicherheit über die kommenden Umgestaltungen der Reichsbahn ist auch nicht geeignet, grofszügige Pläne zu fördern. Gerade aber die von Herrn Acworth geforderte, veränderte Einstellung der Reichsbahn auf das Ziel des nackten Geldverdienens, mufs die Pläne bald zur Reife bringen. Es gibt kein anderes Mittel, um den jetzt verlustbringenden Berliner Personenverkehr zu einem gewinnbringenden zu gestalten. Bei Einführung der elektrischen Zugförderung kann aber eine Wirtschaftlichkeit des Berliner Stadt- und Vorortbetriebes mit Sicherheit versprochen werden.

Zur Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Sektionschef Ing. **Paul Dittes**, Direktor für die Elektrisierung in der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Abb. 1 bis 3 auf Tafel 22.

Die durch Gesetz vom 23. Juli 1920 grundsätzlich beschlossene schrittweise Einführung der elektrischen Zugförderung auf den österreichischen Bundesbahnen konnte infolge verschiedener Umstände — in erster Linie wegen der Geldlage — bisher nicht in dem ursprünglich in Aussicht genommenen Zeitmafse betrieben werden. Immerhin sind nunmehr trotz zeitweise recht widriger Verhältnisse die Arbeiten für die Elektrisierung der 136 km langen Strecke Innsbruck—Landeck—Bludenz (mit dem 10,25 km langen Arlbergtunnel) und der 107 km langen Strecke Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim (Salzkammergutlinie) so weit fortgeschritten, dafs die Arlberglinie Innsbruck—Bludenz zu Beginn des Jahres 1925, die Salzkammergutlinie noch im Laufe dieses Jahres dem elektrischen Betrieb übergeben werden wird. Auf Teilabschnitten dieser Strecken ist der elektrische Betrieb bereits aufgenommen, so seit Ende Dezember 1923 auf der 71 km langen Strecke Innsbruck-Westbahnhof—Landeck und seit April d. J. auf der Strecke Stainach-Irdning—Bad Aussee (30 km).

Hinsichtlich der für die elektrische Zugförderung auf den genannten Strecken vorgesehenen und der Bauvollendung entgegengehenden, z. T. schon im Betrieb stehenden Kraftwerke (Spullerseewerk und Ruetzwerk für die Arlberglinie, Gosaukraftwerk in Steeg für die Salzkammergutlinie), der 50,000 Volt-Übertragungsleitungen (darunter die eine Seehöhe von 2019 m erreichende Arlbergpafsleitung), der Unterwerke, der Fahrleitung, sowie der Zugförderungs- und Werkstättenanlagen möchte ich im allgemeinen auf meine anderweitig erschienenen Veröffentlichungen verweisen*).

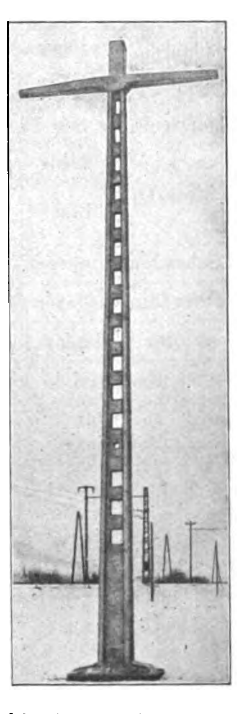
Im nachstehenden möchte ich auf einige bemerkenswerte Einzelheiten der Ausführung unserer Anlagen und auf ein vergleichsweise neues System elektrischer Lokomotiven etwas näher eingehen.

Das Gestänge unserer Leitungen besteht aus Holz, Eisen und Eisenbeton. Hölzerne Maste fanden nur bei Fahrleitungsanlagen, der Eisenbeton nur bei einer Übertragungsleitungsstrecke Anwendung. Die dem Holz anhaftenden Nachteile wurden durch Verwendung imprägnierter Stangen und Anbringung der Maste in eisernen, gutfundierten Mastschuhen behoben. Die Eisenbetonmaste (Abb. 1) sind gestampft und besitzen auch Auslegerarme aus Eisenbeton, so dafs jegliche Anstreicherarbeit am Hochspannungsgestänge entfällt.

An Fahrleitungsbauarten haben wir für Österreich eine Neuerung insofern zu verzeichnen, als wir auf der Salzkammergutbahn zwei dem sogenannten schwedischen System ähnliche Bauarten (Ö. S. S. W. bzw. Ö. B. B. W.) mit drehbaren Auslegern zur Anwendung gebracht haben. Ferner ist die Salzkammergutbahn im allgemeinen mit einfacher Isolation gegen Erde gebaut und zwar teilweise mit einscherbigen, teilweise zweischerbigen Isolatoren.

Die Schienenverbinderfrage ist noch nicht endgültig erledigt. Auf der Arlberglinie werden ausgedehnte Versuchsausführungen mit metallisierten Schienenenden und Laschen gemacht, da bei der Deutschen Reichsbahn mit derartigen Vorkehrungen zur Verbesserung der Schienenleitung gute Erfolge erzielt worden sind.

Abb. 1. Eisenbetonmaste.



Was den Schutz der Schwachstromanlagen gegen die Beeinflussungen durch den Bahnbetriebsstrom betrifft, sei bemerkt, dafs sich auf der Strecke Innsbruck—Bludenz die Staatstelegraphenverwaltung für die Legung ihres Schwachstromkabels durch den Arlbergtunnel entschlossen hat, da eine im Herbst 1923 vorgenommene Erhebung ergab, dafs die für dieses Kabel zunächst in Aussicht genommene Trasse über den Pafs Schwierigkeiten hinsichtlich der Erhaltung des Kabels ergeben würde und Fehlerbehebungen im Winter überhaupt unmöglich wären. Die Legung durch den Tunnel kommt auch billiger zu stehen, da die Trasse um 2,640 km kürzer ist und das Kabel in den schon vorhandenen Kabelgraben gelegt werden kann. Über den Berg hätte ein neuer Kabelgraben stellenweise in felsigem Boden hergestellt werden müssen. Zur Verminderung der Induktion wird ein Kabel besonderer Bauart verwendet, bei dem unterhalb des Bleimantels blanke Kupferdrähte beigelegt werden, um den Mantelwiderstand zu verringern. In unserem Fall sind 32 × 0,8 mm Kupferleiter vorgesehen. Dadurch wird der Widerstand des Kabelmantels verringert und dementsprechend das Verhältnis von Selbstinduktion zum Ohmschen Widerstand $\left(\frac{L}{R}\right)$ vergröfsert, so dafs ein in Phase gegen den Fahrdrahtstrom um nahezu 180° verschobener kräftiger Strom im Mantel des Kabels hervorgerufen wird, der eine Kompensationswirkung gegenüber dem Fahrdrahtstrom ausübt.

Insgesamt wurden 10,5 km dieses Spezialkabels bestellt.

Die Bauart des Kabels hinsichtlich der Adernzahl und Stärke ist:

1 × 2 × 3 mm,
1 × 2 × 2 mm,
2 × 2 × 1,5 mm (1 Viererkreis),
2 × 2 × 2 mm (1 „),
8 × 2 × 1,8 mm (4 „),
6 × 2 × 1,5 mm (3 „).

Das Kabel besitzt somit 20 Stamm- und 9 Kunstsprechkreise, ist als kombiniertes Telegraphen- und Fernsprechbettungskabel mit Papierluftraumisolation ausgeführt und mit Bandeisen armiert.

Hinsichtlich der von den Österreichischen Bundesbahnen bisher bestellten Lokomotiven sei auf die nachfolgende Übersicht und auf die Abbildungen 2 bis 4 verwiesen. Die 1C-C1, 1C1- und E-Lokomotiven sind übrigens in den

*) „Der gegenwärtige Stand der Elektrisierung unserer Staatsbahnen“. Zeitschrift d. Österr. Ingenieur- u. Architektenvereins 1920, Heft 17, Elektrot. u. Maschinenbau, Bd. 38 (1920), Heft 19, Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen, Bd. 18 (1920), Heft 20 u. 21;

„Über den Fortgang der Arbeiten zur Elektrisierung unserer Staatsbahnen. Elektrot. u. Maschinenbau, Bd. 39 (1921), Heft 16, Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen, Bd. 19 (1921), Heft 8, 9 und 12;

„Der gegenwärtige Stand der Elektrisierung der österr. Staatsbahnen“, Schweizerische Wasserwirtschaft, Bd. 13 (1921), Heft 3 bis 10;

„Die Elektrisierung der österr. Bundesbahnen“, Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereins, Bd. 73 (1921), Heft 34/35;

„Der Stand der Arbeiten für die Elektrisierung der österr. Bundesbahnen zu Beginn des Jahres 1922“, Sonderheft von Elektrotechnik und Maschinenbau, Mai 1922;

„Der Stand der Arbeiten für die Elektrisierung der österr. Bundesbahnen zu Beginn des Jahres 1923“, Elektrot. u. Maschinenbau, Bd. 41 (1923), Heft 15;

„Über den gegenwärtigen Stand der Vollbahnelektrisierung unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten für die Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen bis zu Beginn des Jahres 1924, Elektrot. u. Maschinenbau, Heft 22 von 1924.

Übersicht der im Betrieb bzw. im Bau befindlichen elektrischen Lokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen.

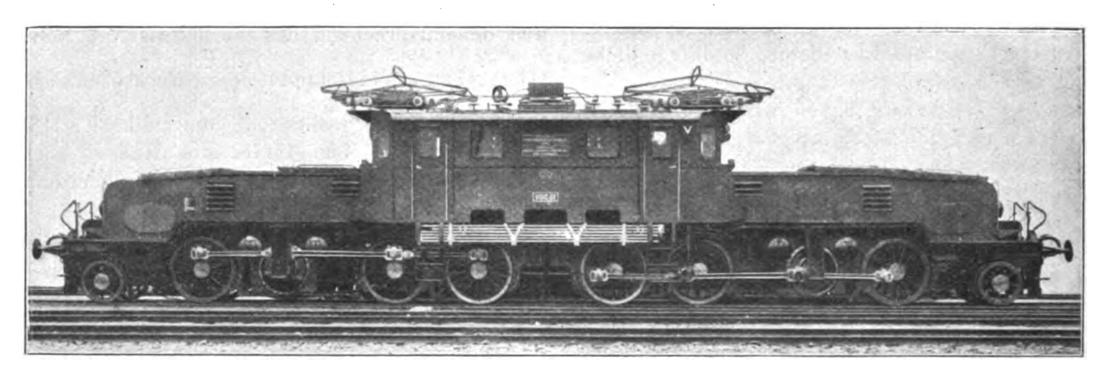
		Achsfolge					
		1C-C1	1C1	E	1AAAA1	E	1D1
Zahl der bestellten Lokomotiven		7	20	20	4	1	1
Dienstgewicht in t		115	71	72,5	86	72	82
Zugsgattung		S. P. (Gebirge)	S. P. (Flachland)	G. (Gebirge u. Flachl.)	S. (Flachland)	G. (Gebirge u. Flachl.)	S. P. (Flachland)
Gröfstes Wagengewicht (t) — Steigung (v H) — Geschwindigkeit (km/h)		320 — 31,4 — 45	400 — 10 — 45	1000 — 10 — 30	550 — 10 — 50	1000 — 10 — 34	550 — 10 — 51
Gröfste Geschwindigkeit in km/h		65	70, 80*)	50	85	67	100
Leistung in PS	dauernd	2000	1000	1000	1500	—	—
	durch 1 Stunde	2400	1365	1450	1980	2000	2000
Dauerleistung des Transformators in kVA		1730	840	850	1400	—	—
Motoren	Zahl × Stundenleistung (kW)	4 × 441	2 × 502	3 × 365	4 × 365	2 × 736	2 × 736
	Bauart	Reihenschlufs				Zwei- u. Mehrphasen-induktion (Phasenumform.)	
Triebraddurchmesser in mm		1350	1740	1350	1350	1070	1614
Laufraddurchmesser in mm		870	994	—	994	—	994
Gesamter Radstand in mm		17700	9890	7750	11000	6500	10130
Fester Radstand in mm		5520	5670	4750	8800 (geführt)	3600	5070
Länge über Puffer in mm		20350	12810	12750	14000	10800	13190
Hauptlieferer der Lokomotive		Österr. Brown Boveri Werke	AEG-Union El.-Ges.	Österr. Siemens Schuckert-Werke		Wiener Lok. Fabr. A. G.	
Lieferer des elektrischen Teiles						Ganzsche El. A. G. Budap.	
Lieferer des mechanischen Teiles		Wiener Lok. Fabr. A. G.	Lok. Fabr. d. St. E. G.	Lokomotivfabrik Kraufs & Co. Linz		Wiener Lok. Fabr. A. G.	

*) Zweierlei Übersetzungen.

vorangeführten Veröffentlichungen näher beschrieben. Bisher sind 7 Stück 1C-C1, 10 Stück 1C1 und 3 Stück E-Lokomotiven abgeliefert und in Dienst gestellt worden.

5750 auf freier Strecke). Bei den Lokomotiven der Österr. Brown-Boveri-Werke erfolgt das Umlegen der Bügel durch ein Druckluftventil, das von der Bewegung des Scherenstromabnehmergestänges betätigt wird. Sinkt die Fahrdrahthöhe unter ein gewisses Mafs, d. h. wird der grofse Stromabnehmer unter 5,3 m über S. O. heruntergedrückt, so bewirkt die Verdrehung des Bügelventils, dafs der schmale Stromabnehmer Druckluft erhält und gegen den Fahrdraht gehoben wird. Bei der weiteren Absenkung des Fahrdrahtes wird der Zylinder des grofsen Stromabnehmers vollständig entlüftet und der breite Stromabnehmer sinkt nieder, sobald die Fahrdrahthöhe 5 m erreicht, während der Tunnelstromabnehmer am Fahrdraht bleibt. Bei Anstieg des Fahrdrahtes bei der Tunnelausfahrt geht der Vorgang in umgekehrter Weise vor sich (siehe Abb. 5 und 6).

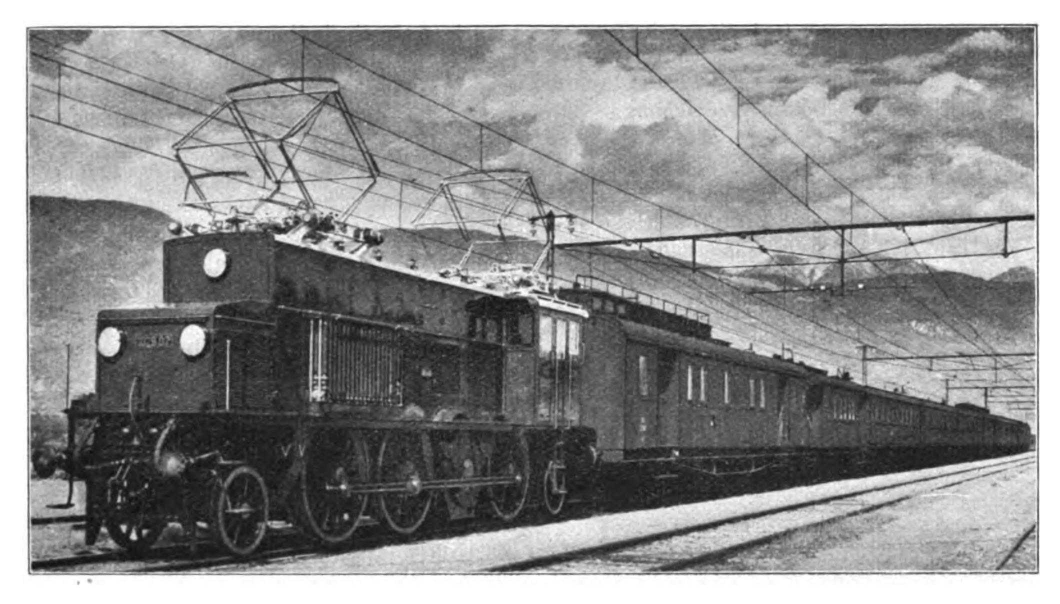
Abb. 2. Elektrische Lokomotive Bauart 1 C-C 1 der Österreichischen Bundesbahnen.



Es sei hier einer Eigenheit dieser Lokomotiven gedacht, die dadurch bedingt ist, dafs der Arlbergtunnel ein recht knappes Profil aufweist, daher die Anwendung eines schmalen Stromabnehmers erfordert, während die freie Strecke, wo die Anwendung einer grofsen Mastentfernung (75 m in der Geraden) wirtschaftlich ist, einen breiten Stromabnehmer verlangt. Dies führte dazu, aufser den breiten Streckenstromabnehmern schmale Tunnelstromabnehmer anzuordnen und derart miteinander in Verbindung zu bringen, dafs der Wechsel der beiden selbsttätig vor sich geht, und zwar unter dem Einflufs des Wechsels der Höhenlage des Fahrdrahtes (4850 mm in den Tunneln,

Die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke erreichen den gleichen Zweck dadurch, dafs auf einem gemeinsamen Untergestell zwei Obergestelle mit besonderen Gelenklagerungen

Abb. 3. Elektrische Lokomotive, Bauart 1 C 1 der Österreichischen Bundesbahnen.



und verschiedenen Abmessungen aufgebaut sind. Es ergibt sich, dafs bei einer Fahrdrahthöhe von rund 5100 mm über S. O. beide Bügel zum Anliegen an den Fahrdraht kommen, bei den höheren Lagen nur der breite, bei den niederen Lagen nur der schmale Bügel allein. Das Senken des breiten Bügels erfolgt beim Einfahren in den Tunnel mit seiner niederen Fahrdrahthöhe vollkommen zwangläufig ohne Verwendung von gesteuerten Ventilen oder dergl. (siehe Abb. 7 und 8).

Die in obiger Lokomotivübersicht an letzter Stelle angeführten 2 Lokomotiven (eine E- und eine 1 D 1-Lokomotive) sind sog. Phasenumformer- (splitphase) Lokomotiven und stellen eine Probeausführung dar; sie weisen in elektrischer und in mechanischer Beziehung manche bemerkenswerte Neuerung auf, weshalb hier etwas näher auf sie eingegangen sei.

Die beiden Lokomotiven unterscheiden sich nur im mechanischen Teile. Ihre elektrische Ausrüstung ist in allen

Abb. 4.
Elektrische Lokomotive, Bauart E der Österreichischen Bundesbahnen.

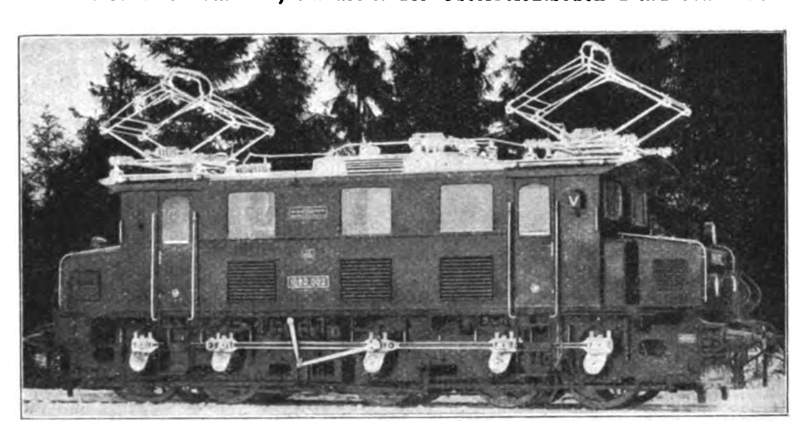


Abb. 5. Stromabnehmer mit Bügelwechsel durch Druckluft. Bauart der Österr. B B C. Schnitt durch den Hauptzylinder.

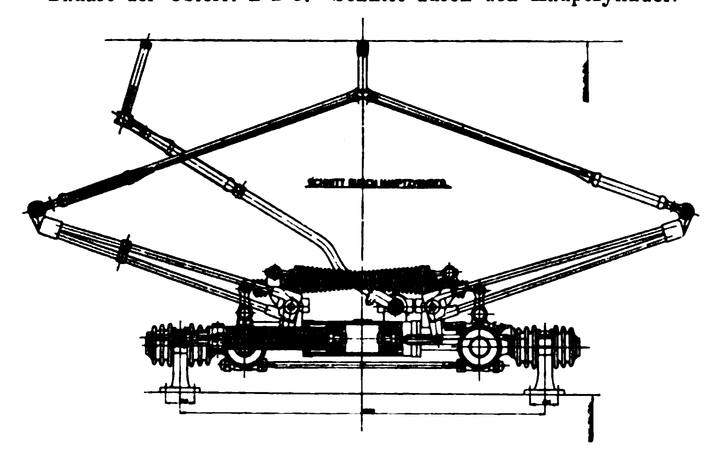
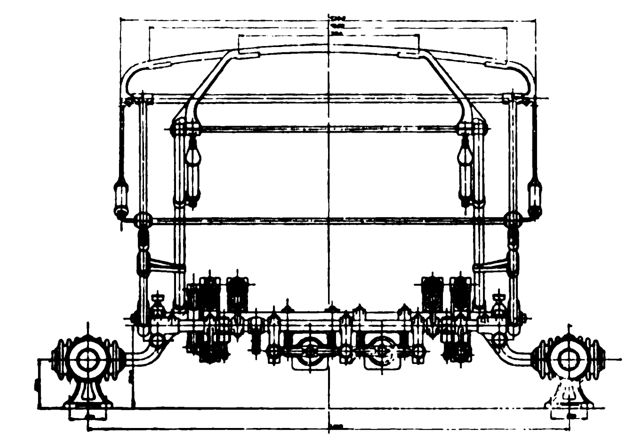


Abb. 6. Stromabnehmer mit Bügelwechsel durch Druckluft. Bauart der Österr. B B C. Querschnitt.



Einzelheiten gleich; es sind nur durch die Raumverhältnisse und durch die Gewichtsverteilung bedingte Unterschiede in der Anordnung der einzelnen Apparate und der Leitungen vorhanden.

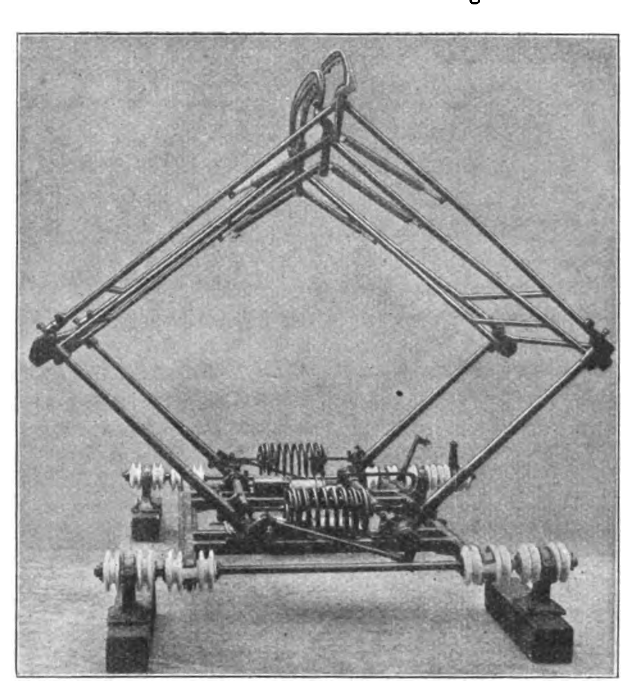
Länge, Radstand, Gewicht:	Lok. E	Lok. 1 D 1
Länge über den Puffern . .	10800 mm	13000 mm
Gesamtradstand	6500 «	10130 «
Fester Radstand	3600 mm	3070 mm
Gewicht: Mech. Teil . . .	30 t	37,5 t
Elektr. Ausrüstung	41 t	41 t

	Lok. E	Lok. 1 D 1
Wasservorrat	1,5 t	2,2 t
Dienstgewicht	73,25 t	81,45 t
Achsdruck: Treibachsen . .	14,65 t	14,75 t
Laufachsen . .	—	11,225 t
Gewicht pro lf. m . . .	6,78 t	6,265 t

Um eine einwandfreie Kurvenbeweglichkeit zu erzielen, haben bei der Bauart E die erste und letzte Achse 35 mm, die mittlere Achse 25 mm Seitenverschiebung. Bei der 1 D 1-Lokomotive (Taf. 22, Abb. 1 bis 3) haben die zwei Laufachsen eine Seitenverschiebung von 35 mm, die zweite und dritte Triebachse besitzen 25 mm Seitenverschiebung.

Der einphasige Wechselstrom von 15000 Volt Nennspannung und $16^2/_3$ Per. i. d. Sek. wird in einem rotierenden Phasenumformer — ohne Zwischenschaltung eines ruhenden Transformators — in mehrphasigen Wechselstrom niedriger Spannung derselben Periodenzahl umgewandelt. Zu diesem Zweck ist der Umformer mit einer einphasigen Hochspannungs-Spulenwicklung und mit einer kontinuierlichen Niederspannungs-Trommelwicklung versehen. Durch geeignete Anzapfungen dieser letzteren wird je nach der zu erzielenden Lokomotivgeschwindigkeit 2, 3 oder 4-phasiger Wechselstrom abgenommen, entsprechend einer 12, 8 bzw. 6-poligen Schaltung der zwei Hauptmotoren. Dies erlaubt, den Motoren in Parallelschaltung drei verschiedene synchrone Geschwindigkeiten zu geben und mittels Kaskadenschaltung der beiden Motoren mit 8- und mit 12-poliger Schaltung zwei weitere niedrigere synchrone Geschwindigkeiten, also insgesamt 5 synchrone Geschwindigkeiten zu erzielen. Die entsprechenden Umlaufzahlen sind 83,3, 125, 166,7, 250 und 333,3 in der Sekunde. Diese Umlaufzahlen würden bei der Bauart E mit Triebrädern von 1070mm Durchmesser Fahrgeschwindigkeiten von 16,8, 25,2, 33,6, 50,4 und 67,2 km pro Stunde ergeben. Die wirkliche Fahrgeschwindigkeit ist um den Betrag der der jeweiligen Belastung entsprechenden Schlüpfung, d. i. um rund 1,2% niedriger. Die entsprechenden Geschwindigkeiten der Bauart 1 D 1, mit einem Triebraddurchmesser von 1614 mm, sind 25,4, 38, 50,8, 76 und 101,5 km/St. Die Leistungsfähigkeit ist bei niedrigeren Geschwindigkeiten durch die Erwärmung der Motoren, bei den höheren durch die Erwärmung des Umformers begrenzt. Die während einer Stunde zulässigen höchsten Zugkräfte betragen, am Radumfang gemessen, bei der Bauart E bei den drei niedrigeren Geschwindigkeitsstufen 15000 kg, bei 50 km/St., 10800 kg und bei 67 km/St. 8000 kg; bei der Bauart 1 D 1 bei den drei niedrigen Geschwindigkeitsstufen 10800 kg bei 75 km/St. 7200 kg und bei 100 km/St. 5400 kg. Kurz andauernde Zugkräfte können höher sein. So sind die Halbstundenleistungen um 15% und die Viertelstundenleistungen 40% höher. Die für Augenblicke zulässige höchste Zugkraft der Lokomotive ist bei allen Geschwindigkeiten mit Ausnahme der höchsten durch die Radreibung begrenzt.

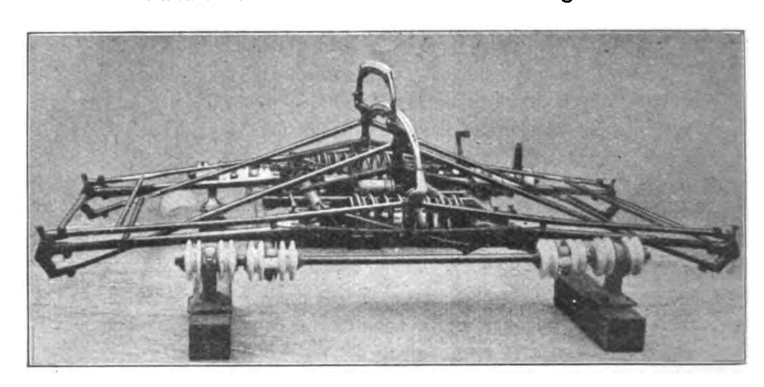
Abb. 7. Stromabnehmer mit mechanischem Bügelwechsel Bauart der Österr. S S W. Breiter Bügel oben.



Beide Bauarten haben innenliegenden Blechrahmen und sind mit der normalen selbsttätigen Luftsauge-Schnellbremse versehen. Der Unterdruck wird mittels einer Wasserstrahlpumpe erzeugt, die auf dem verlängerten Wellenstummel des Umformers sitzt. Diese Wasserstrahlpumpe arbeitet mit Unterbrechungen; sie wird durch Zuführung des Wassers in Tätigkeit gesetzt, sobald der Unterdruck unter 52 cm Quecksilbersäule sinkt, und wird aufser Tätigkeit gesetzt durch Absperren des Wasserzuflusses, sobald die Luftleere in dem mit der Pumpe ständig verbundenen besonderen Ausgleichsbehälter über 55 cm steigt.

Das Führerhaus ist mit dem Rahmen fest vernietet. Der Aufbau ist zur Einbringung der Motoren, des Umformers und des Wasserwiderstandes abhebbar.

Abb. 8. Stromabnehmer mit mechanischem Bügelwechsel. Bauart der Österr. S S W. Schmaler Bügel oben.



Die Motoren sind nach der Art der Doppelmotoren-Anordnung der italienischen Drehstromlokomotiven oberhalb der Triebachsen in den Rahmen von oben eingesetzt. Die beiden Motoren liegen unmittelbar nebeneinander in der Mitte der Lokomotive und treiben mittelst zweier Rahmen (Kandórahmen) die Räder, ohne Zwischenschaltung einer Vorgelegewelle an. Zum Unterschied gegenüber dem Antrieb der älteren italienischen Lokomotiven stellt dieser Rahmen keine steife Dreieckverbindung dar, sondern besteht aus vier mit Bolzen verbundenen Gliedern, die bei zweien der Gelenkpunkte die Kurbelzapfen der Motoren fassen und in einem geeigneten Punkte mit den Kuppelstangen der Räder verbunden sind. Die Längen der einzelnen Glieder zwischen den Gelenkpunkten sind so gewählt, dafs der mit den Kuppelstangen der Räder verbundene Punkt infolge Formänderung des Dreieckgetriebes sich zwischen weiten Grenzen lotrecht auf der die Motorkurbelzapfen verbindende Linie bewegt. Diese Eigenschaft des Antriebes erlaubt eine beliebige Höhenänderung der Motorwellen. Der Höhenänderung der Kuppelachsen infolge des Spieles der Tragfedern wird kein Widerstand entgegengesetzt. Nichtsdestoweniger eignet sich dieser Triebrahmen (sogenannter aufgelöster Kandórahmen) als in wagrechter Richtung steife Konstruktion zur Übertragung der Triebkraft der Motoren auf die Räder. Diese Konstruktion erfüllt denselben Zweck, wie die bekannte Dreieckpleuelstange, mit dem Unterschiede, dafs anstatt der

schweren sowohl in der Herstellung wie beim Zusammenbau umständlichen Dreieckkuppelrahmen leichtere, gerade Stangen verwendet und die Gleitschlitze vermieden werden. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Vermeidung jeden Fehlers in der richtigen Länge der Kuppelstangen gelegt. Die Einstellung der Länge erfolgt durch Verdrehen der Lagerbüchsen im Triebstangenkopf. Diese Büchsen sind exzentrisch ausgebohrt und mit einer Skala versehen, auf der die zwei Endstellungen, bei welchen infolge Verdrehens der exzentrischen Lagerschale die Kuppelstange sich zwischen den in den Totpunkt gestellten Kurbelzapfen zu klemmen beginnt, abgelesen werden können. Der Unterschied der abgelesenen Endstellungen gibt den doppelten Betrag der Summe aller toten Spiele in den Lagerungen und die Einstellung der verdrehbaren Lagerschale in die Mittelstellung die Halbierung der toten Spiele und die theoretisch richtige Länge der Kuppelstange. In dieser Stellung werden die Lagerschalen der Pleuelstangenköpfe fixiert.

Was den elektrischen Teil der Lokomotiven betrifft, so sind beide mit je zwei unabhängigen Pantograph-Bügelstromabnehmern Bauart Siemens-Schuckert-Werke versehen, die mittels je eines Trennmesserschalters und einer Verbindungsleitung am Dach im Freien verbunden sind. Von dieser Verbindungsleitung zweigt die Stromzuführung durch eine Drosselspule und einen automatischen Ölausschalter zur Hochspannungswicklung des Phasenumformes ab. Der Hauptölschalter wird vom Führerstand mittels einer mechanischen Übertragung durch einen nach amerikanischer Art gebauten »loose handle«-Hebel betätigt. In den Einführungs-Porzellan-Isolatoren ist ein Stromtransformator eingebaut, dessen sekundärer Stromkreis mit dem Auslösemagnet verbunden ist. Dieser spricht auch dann an, wenn ein Kurzschlufs im Ausschalter selbst entsteht.

Der Ständer des Umformers enthält drei Wicklungen. Eine Einphasen-Hochspannungs-Spulenbewicklung, die mittels des Hauptölschalters zwischen Fahrleitung und Erde geschaltet wird. Eine Niederspannungswicklung, die in denselben Nuten wie die Hochspannungswicklung untergebracht ist, dient zur Speisung sämtlicher Hilfsapparate, wie Pumpen, Kompressoren und Ventilator-Motoren, sowie zur Speisung des Dampfheizkessels (nur bei der 1 D 1-Lokomotive), ebenso zum Anlassen des Umformers. Die dritte Bewicklung ist eine geschlossene Trommelwicklung, die knapp neben dem Luftspalt liegt, wogegen die zwei erstgenannten Wicklungen vom Luftspalt weiter entfernt sind, so dafs der Eisenkern durch Verjüngung der Nuten zwischen den zwei Wicklungsgruppen eine Art magnetische Brücke bildet. Diese magnetische Brücke erlaubt eine gewisse Unabhängigkeit der induzierten E. M. K. der ersten zwei Wicklungen und der letzteren Wicklung Der Läufer ist mit einer Gleichstromwicklung und mit einem kräftigen Amortiseur versehen, nach Art der Turbogeneratoren. Der Läufer bekommt Gleichstromerregung von einer auf den dem Führerhaus zugekehrten Wellenstummel des Umformers aufgesetzten Gleichstromerregermaschine. Die Erregung des Läufers wird durch einen selbsttätigen Regler stets so eingestellt, dafs der von der Fahrleitung abgenommene Strom mit der Spannung in Phase zusammenfällt und infolgedessen der Leistungsfaktor gleich der Einheit ist. Sobald der abgenommene Strom der Fahrdrahtspannung voreilt, wird die Gleichstromerregung des Umformerläufers vermindert. Bleibt der Strom hinter der Spannung in Phase zurück, so wird die Erregung selbsttätig erhöht. Auf diese Weise wird der Leistungsfaktor bei allen Belastungen praktisch genommen = 1 gehalten. Durch entsprechende Bemessung der elektrischen und magnetischen Teile des Umformers und der Motoren, insbesondere durch richtiges Bemessen der obenerwähnten magnetischen Brücke wird erzielt, dafs jene Erregung, welche dem Einheitsleistungsfaktor am Fahrdraht entspricht, gleichzeitig auch nahezu den höchsten elektrischen Wirkungsgrad der aus dem Umformer und den zwei Hauptmotoren bestehenden mechanischen Gruppe gibt.

Die eben erwähnte cos φ-Reglung bringt es mit sich, dafs ein niedriger Leistungsfaktor der Motoren auf die Leitung, Unterwerke und auf das Kraftwerk nicht zurückwirkt; es kann also die Konstruktion der Motoren, ohne Rücksicht auf den Leistungsfaktor, entsprechend dem höchsten Wirkungsgrad und der besten Ausnützung des aktiven Materials (des Kupfers und des Eisens) erfolgen.

Da der Umformer die den Motoren zugeführte Spannung selbst erzeugt, ist die Lokomotive von den Schwankungen der Fahrdrahtspannung in weiten Grenzen unabhängig.

Die Stromrückgewinnung bei diesen Lokomotiven geschieht ebenso selbsttätig, wie bei den gewöhnlichen Drehstrom-Lokomotiven.

Die Hauptmotoren sind nach der bekannten Art niedrig gespannter, langsam laufender Induktionsmotoren gebaut und eignen sich wegen ihrer niedrigen Geschwindigkeit zum direkten Antrieb der Räder mittels Pleuelstangen ohne Zwischenschaltung von Zahnradübersetzung.

Die verschiedenen synchronen Geschwindigkeiten werden teils mittels Polumschaltung der Motoren, teils mittels Kaskadenschaltung erzielt. Die Mehrphasentrommelwicklung des Umformers besitzt 10 Anzapfungen, die die Abnahme 2, 3 und 4-phasigen Stromes erlauben. Das Anlassen der Motoren geschieht durch einen Wasserwiderstand, der im Sekundärstromkreis der Motoren eingeschaltet ist. Die verschiedenen Schaltungen zwischen Motor, Umformer und Motoren werden durch drei Apparate bewerkstelligt:

a) durch einen Fahrtwender,

b) einen Phasenschalter, der aus zwei 8-poligen und einem 6-poligen mit magnetischer Funkenblasung versehenen Ausschalter besteht,

c) durch den Kaskadenschalter, der zwei Stellungen hat. In einer Stellung sind die zwei Motoren parallel geschaltet, in der anderen sind sie in Kaskade.

Der erste und der letzte der drei Apparate schaltet stromlos. Der zweite hingegen ist imstande, den vollen Betriebsstrom zu unterbrechen. Die drei Apparate und der Wasserwiderstand werden durch pneumatische Servomotore betätigt.

Die Hilfsapparate, wie Luftkompressoren, Ventilatoren und Pumpen, werden von der Niederspannungswicklung des Umformers mit Drehstrom gespeist und besitzen alle Induktionsmotoren mit kurzgeschlossenem Läufer.

Die erste der beiden Probelokomotiven, und zwar die 1D1, wird voraussichtlich im Oktober dieses Jahres zur Ablieferung gelangen. Die dann vorzunehmenden Versuchsfahrten und der Probebetrieb werden ein Urteil darüber ermöglichen, ob sich die Erwartungen, die an diese Bauart geknüpft werden, voll erfüllen. Es wird dann auch Gelegenheit sein, über die Einzelheiten der Lokomotiven, ihre betriebstechnischen Eigenschaften usw. allfällig noch weitere Mitteilungen folgen zu lassen.

Versuche der Königl. Ungarischen Staatsbahnen mit einem neuen Elektrisierungssystem.

Von Staatsbaurat Ing. L. von Verebély,
Leiter des Elektrisierungsbüros der Königl. Ungarischen Staatsbahnen.

Durch die, im Vertrag von Trianon kodifizierte Zerstückelung der tausendjährigen Länder der heiligen ungarischen Krone, geriet deren zentraler Teil, das jetzige Ungarn, auch energiewirtschaftlich in eine äufserst kritische, ja sogar katastrophale Lage.

Mit der mächtigen Kette der das Donau-Tisza-Becken umfassenden und zur vollkommenen geographisch-ökonomischen Einheit ergänzenden Karpathen, wurden dem uns belassenen Rumpfe alle jene bedeutenderen natürlichen Energiequellen abgetrennt, welche in erster Linie berufen gewesen wären,

alle Gebiete des Wirtschaftslebens unerschöpflich mit billiger Energie zu versorgen. Ungarn verlor seine sehr ergiebigen Erdgasquellen vollständig, von seinen Wasserkräften 94 %, von seinen mächtigen Waldungen 85 % und von seinen, von Haus aus karg bemessenen Kohlenschätzen die besten und gröfsten Lager. Statt der früheren, längs der zu elektrifizierenden Hauptbahnlinien überaus günstig gelegenen Wasserkräfte, müssen sich die Elektrisierungspläne Rumpf-Ungarns derzeit fast ausschliefslich auf solche Brennstofflager stützen, welche quantitativ — die Fortsetzung der jetzigen Verschwendung vorausgesetzt — für kaum 60 Jahre ausreichen und qualitativ bis ca. 40% aus solchen minderwertigen Stoffen (wie Lignit und Torf) bestehen, welche in der jetzigen Wärmewirtschaft kaum, oder nur sehr unwirtschaftlich verwertet werden können. Eine grofszügige Elektrifizierung, durch welche eine Brennstoffersparnis von rund 60 % erzielt werden kann, und welche es ermöglicht zur Erzeugung von Energie solche minderwertige Brennstoffe heranzuziehen, welche die Beförderungskosten nicht vertragen und demgemäfs weder zur allgemeinen Verfeuerung, noch zur Lokomotivfeuerung im besonderen verwendet werden können, kommt bei dieser Sachlage sehr zu Hilfe. Die Elektrifizierung ist daher vom energiewirtschaftlichen Standpunkt in unserem, verarmten Lande ebenso berechtigt, wie in jenen glücklicheren Ländern, welche dasselbe Problem mit Hilfe ihrer Wasserkräfte zu lösen bestrebt sind. Ein ganz gewaltiger Unterschied besteht jedoch darin, dafs unsere natürlichen Energiequellen sich nicht jahraus, jahrein brausend erneuern, sondern leider sehr bald der vollen Entschöpfung entgegengehen. Ihre rationellste und sparsamste Ausbeutung mufs demnach auch der Elektrizitätswirtschaft zugrunde gelegt werden.

Dieses Postulat übt nun auf die Systemfrage der Eisenbahnelektrifizierung einen entscheidenden Einflufs. Wärmekraftwerke können nur dann mit hoher Wirtschaftlichkeit betrieben werden, wenn sie mit möglichst grofsen Maschineneinheiten und unter möglichst günstigen Belastungsverhältnissen (gleichmäfsige Last, hoher Ausnützungsfaktor) arbeiten. Diese Bedingungen werden im allgemeinen durch die Bahnkraftwerke nicht erfüllt. Einerseits weil diese sich nur langsam entwickeln, andererseits weil ein ausgedehnteres elektrisches Eisenbahnnetz aus Sicherheitsrücksichten unbedingt aus mehreren Kraftwerken gespeist werden soll, wodurch selbst bei bedeutenderer Gesamtleistung, die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Bahnkraftwerke leidet. Günstige Belastungsverhältnisse können nur durch Zusammenfassung vieler Stromabnehmer mit verschiedenartigen Bedürfnissen erzielt werden. Es soll demnach in einem Lande, in welchem sich die Erzeugung der elektrischen Energie fast ausschliefslich auf sehr beschränkte Brennstofflager stützt, das Bestreben sowohl im Interesse der rationellen Wärmewirtschaft, als auch der allgemeinen Elektrizitätsversorgung darauf gerichtet sein, die Stromabnehmer weitgehendst zusammenzufassen, und den Strom für Licht-, Kraft- und Bahnzwecke in gemeinsamen Kraftwerken, mit gemeinsamen Maschineneinheiten zu erzeugen und mittels gemeinsamer Fernleitungsanlagen und Unterwerken zu verteilen.

Unsere sehr ausführliche, ein Netz von rund 1400 km umfassenden Untersuchungen haben bewiesen, dafs der resultierende Energiebedarf langer, oder mehrerer, mit entsprechendem Verkehr belasteten und zur gemeinsamen Speisung zusammengefafster Hauptlinien, ein Kraftwerk keinesfalls ungünstiger belastet, als der Kraftbedarf eines gröfseren Industriegebietes. Ja es kann sogar unter gewissen Voraussetzungen der elektrische Eisenbahnbetrieb für ein ausgedehntes Fernkraftnetz eine willkommene Grundbelastung bedeuten. Wir erblicken daher die wirklich wirtschaftliche Lösung des Elektrisierungsproblems in einem solchen System, welches die Erzeugung, bzw. Umformung und Übertragung einer besonderen Bahnenergie unnötig macht und die direkte Verwendung von Wechselstrom von normaler Frequenz (50), ohne Zwischenschaltung von Unterwerken mit rotierenden Umformern gestattet.

Diesem Leitsatze folgend, richteten die Königl. Ungarischen Staatsbahnen einen Probebetrieb ein, in welchem ein neues, von Generaldirektor Dr. Ing. h. c. K. von Kandó vorgeschlagenes System, in jeder Beziehung der praktischen Erprobung unterworfen werden soll. Dem Wesen nach beruht dieses System auf Phasenspaltung. Ein auf der Lokomotive angebrachter, einem Turbogenerator ähnlicher Synchronumformer erhält von der Arbeitsleitung Einphasenstrom von 15 000 Volt Spannung und 50 Perioden und formt denselben auf Dreiphasenstrom von niedriger Spannung, welcher zur Speisung der Antriebsmotore dient, um.

Diese Art der Lösung wird nun im Gegensatz zum amerikanischen »splitphase« System, nicht nur dahin ausgenützt, um die vorzüglichen Eigenschaften der von den italienischen Staatsbahnen rühmlich bekannten einfachen, kräftigen und betriebssicheren Drehstromlokomotiven mit denjenigen der billigen, übersichtlichen hochgespannten einpoligen Oberleitung zu vereinigen, sondern, und in erster Linie, um durch entsprechenden Entwurf der Motore und des Phasenspalters, sowie durch die eigenartige automatische Regelung der Erregung des letzteren, äufserst wertvolle und bedeutende Vorteile zu erreichen. Ohne in rein elektrotechnische Einzelheiten hier näher einzugehen, können die charakteristischen Merkmale des neuen Systems wie folgt zusammengefafst werden:

1. Die Motoren arbeiten zwischen weiten Grenzen der Belastung mit angenähert konstantem, und zwar mit dem theoretisch höchsten Wirkungsgrad. Daraus folgt, dafs auch der Wirkungsgrad der Lokomotive praktisch konstant bleibt und von der Belastung bzw. von der Ausnützung derselben unabhängig ist.

2. Die Phasenverschiebung des Primärstromes ist von der Phasenverschiebung der Motorströme unabhängig. Demnach können auch bei 50 Perioden langsam laufende, ohne Zahnradübersetzung unmittelbar antreibende Drehstrommotoren, ohne Nachteil verwendet werden, was die mechanische Konstruktion vereinfacht und verbilligt. Aus demselben Grunde kann durch automatische Regelung innerhalb der Bahnanlage die Phasenverschiebung null, oder irgend ein anderer Leistungsfaktor konstant gehalten werden, so dafs der elektrische Bahnbetrieb zur Regelung, bzw. Verbesserung des Leistungsfaktors der ganzen Kraftübertragungsanlage herangezogen werden kann.

3. Die Klemmenspannung der Motoren ist von der Fahrdrahtspannung innerhalb weiter Grenzen unabhängig. Die Lokomotive ist daher auch gegen verhältnismäfsig grofse Spannungsabfälle unempfindlich.

4. Nachdem der Primärstrom mit Null, oder etwas voreilender Phasenverschiebung abgenommen wird, hat die durch die Induktanz der Leitungen hervorgerufene Spannungskomponente trotz der hohen Frequenz, keinen wesentlichen Einflufs.

Aus den beiden letztgenannten Gründen folgt, dafs die gegenseitige Entfernung der Unterstationen erhöht werden kann.

5. Zufolge der verhältnismäfsig grofsen Unabhängigkeit der Motorströme vom Fahrdrahtstrom, können die Motoren mit hoher Materialausnützung gebaut werden, d. h. sie werden für gegebene Leistung und Erwärmung leichter. Hierdurch kann die, durch die Anwendung des Phasenspalters hervorgerufene Gewichtsvermehrung der Lokomotive zum Teil ausgeglichen werden, wie dies aus der hohen spezifischen Leistung 34 PS/t (welche gleich derjenigen der besten Drehstrom-

lokomotiven ist, vgl. Gr. 0,50 der italienischen Staatsbahnen *) erkenntlich ist.

6. Der Kurzschlufsstrom des Phasenspalters ist zufolge der eigenartigen Anordnung der Wicklungen desselben kleiner als sein Vollaststrom. Falls daher der Umformer aufser Tritt fällt, so stört dies das Kraftwerk nicht, eine Eigenschaft, welche mit Rücksicht darauf, dafs die Speisung der elektrisierten Bahn aus gemeinnützigen Kraftanlagen erfolgen soll, von ausschlaggebender Bedeutung ist.

7. Aus allen diesen Eigenschaften — zu denen noch jene zwei Grundvorteile angereiht werden müssen, erstens, dafs die elektrisierte Bahn mit einfachen Umspannstationen sich dem allgemeinen Kraftverteilungsnetz anschliefst, und zweitens, dafs von der Nutzbremsung ebenso Gebrauch gemacht wird wie beim reinen Drehstromsystem — folgt, dafs der Wirkungsgrad der gesamten Kraftübertragung hoch, der spezifische Energieverbrauch also klein ist, und dafs gegenüber anderen Systemen, sowohl in den Anlage-, als auch in den Betriebskosten wesentliche Ersparnisse erzielt werden können.

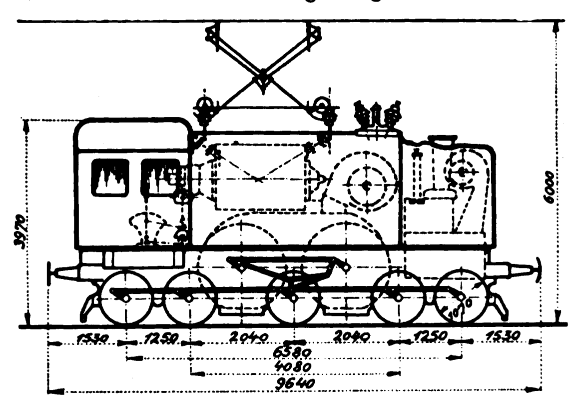
Zur praktischen Erprobung dieses so bemerkenswerte neuartige Eigenschaften versprechenden Systems, haben die königl. ungarischen Staatsbahnen auf ihrer früheren Pozsony-Wiener Hauptlinie eine Probestrecke ausgerüstet, welche von Budapest-Westbahnhof gegen Norden bis Dunakeszi-Alag führt. Ihr Oberbau ist erstklassig und durchwegs zwei-, stellenweise mehrgleisig. Die elektrisierte Streckenlänge beträgt 15,2 km doch sind einschliefslich der Bahnhöfe insgesamt 40,6 km Gleislänge mit Oberleitung versehen, so dafs alle fahrplanmäfsigen Zugbewegungen auch mit elektrischer Lokomotive durchgeführt werden können. Der lebhafte Verkehr besteht hauptsächlich aus Lokalzügen von 200—400 t Gewicht, doch können — nachdem der grofse Rangierbahnhof von Rákos durchquert wird — auch Fahrten mit schweren Lastzügen vorgenommen werden.

Die Oberleitung, welche in manchem die Merkmale eines Provisoriums trägt, ist als einfache Kettenleitung ausgeführt, bestehend aus einem hartgezogenen Kupferdraht von 80 qmm Querschnitt als Fahrdraht, welcher in Abständen von 6,25 m mittels vertikaler Hängedrähte an dem stählernen Tragdraht von 6 mm Durchmesser aufgehängt ist. Die normale Fahrdrahthöhe beträgt 6 m, die normale Spannweite 50 m. Das ganze Kettenwerk wird von kreuzförmigen leichten stählernen Auslegern getragen, die mittels vertikaler Stützisolatoren drehbar auf den hölzernen Masten befestigt sind. Eiserne Gittermaste wurden nur an den Verankerungsstellen und in der Station Budapest-Westbahnhof angewendet. Auf den Mastspitzen läuft ein Erddraht, welcher bei jedem Maste mit den Schienen verbunden ist. Die Schienenstöfse sind durch S-förmig gebogene Kupferstränge überbrückt, welche in den Schienenfufs von unten eingesetzt sind. Die ganze Leitungsanlage ist durch Luft-Streckentrennungen in 8 von einander isolierte und unabhängige Abschnitte geteilt. Die Stationen sind mit Umgehungsleitung versehen und hellgelbe elektrische Signallampen zeigen es dem einfahrenden Führer an, ob das Stationsnetz unter Spannung steht oder nicht. Die Lampen werden durch kleine Masttransformatoren gespeist. Alle Einzelheiten der Leitungsanlage, einschliefslich der Schalter und der Signalanordnung wurden im Elektrisierungsbüro entworfen, in den Werkstätten der Staatsbahnen ausgeführt und im Eigenbetrieb verlegt.

Die elektrische Energie wird von der Zentrale der Hauptwerkstätte Istvántelek der Staatsbahnen geliefert, welche unmittelbar längs der Strecke und ungefähr in ihrer Hälfte liegt. Sie ist, neben zwei kleineren älteren Kolbendampfmaschinen, die jetzt nur als Reserve dienen, mit zwei Dreiphasen-Turbogeneratoren von 3500 KVA Leistung, bei 5200 Volt und 42 Perioden, ausgerüstet. Die Periodenzahl soll demnächst auf 50 erhöht werden. Die Oberleitung wird von einem Einphasen-Öltransformator von 1000 KVA Dauerleistung gespeist, dessen Niederspannungsseite an eine Phase der Sammelschienen angeschlossen ist.

Die, nach den oben erwähnten Prinzipien gebaute Probelokomotive (Abb. 1) wurde von Generaldirektor Dr. Ing. h. c. K. von Kandó bereits im Jahre 1917 entworfen, jedoch zufolge der aufserordentlichen Schwierigkeiten, mit welchen die ungarische

Abb. 1. E-Lokomotive der Königl. Ungarischen Staatsbahnen.



Industrie nach dem Zusammenbruch zu kämpfen hatte, erst im Jahre 1923 fertiggestellt. Ihr mechanischer Teil wurde in der Staatlichen Maschinenfabrik (Magyar Allami Gépgyár), die elektrische Ausrüstung von der Ganz schen Elektricitäts-A.-G., beide in Budapest, ausgeführt. Die Hauptdaten der, für Personen- und Güterzugsdienst bestimmten Maschine sind in der folgenden Tabelle zusammengefafst:

Laufwerk	0—E—0
Länge zwischen den Puffern . .	9640 mm
Ganzer Radstand	6580 »
Fester Radstand	4080 »
Raddurchmesser	1070 »
Dienstgewicht	80 t
Höchste Anfahrzugkraft ca. . . .	20000 kg
Geschwindigkeitsstufen bei 50 Per.	25—33—50—66 km/St.
Stundenleistung ca.	2720 PS.

Die fünf gekuppelten Räder werden von zwei, symmetrisch an beiden Seiten des mittleren Triebrades, halbhoch im Rahmen fest gelagerten Motoren angetrieben. Der, von den italienischen Drehstromlokomotiven wohlbekannte Dreieck-(Kandó)-Rahmen ist, zur Vermeidung der am Kurbelzapfen des mittleren Triebrades angreifenden Kulisse, durch einen neuartigen gelenkigen Gliederrahmen ersetzt, welcher die Motorkurbeln und den Kurbelzapfen des mittleren Triebrades bei Übermittlung der horizontalen Kraftkomponente starr verbindet, dem vertikalen Federspiel der mittleren Triebachse jedoch frei nachgibt (Abb. 2).

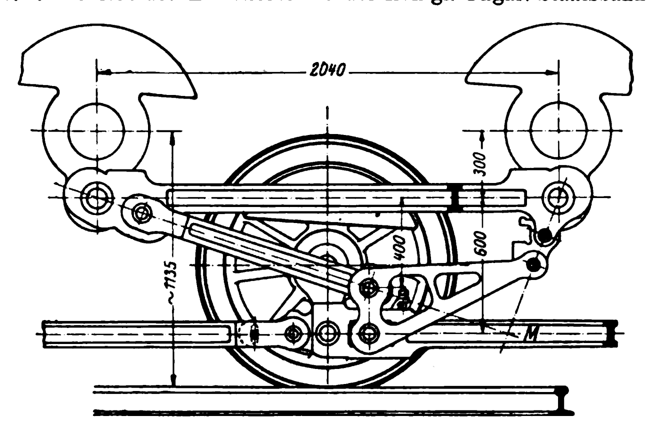
Die beiden, mit künstlicher Kühlung versehenen Drehstrom-Antriebsmotoren sind in einer hier nicht näher zu erörternder Weise sowohl am Ständer, wie am Läufer mit zwei unabhängigen Dreiphasenwicklungen von verschiedener Polzahl (18 und 6) versehen. Sie können daher sowohl in sich, als auch beide unter sich, in Kaskade, oder parallel geschaltet werden, wodurch die in der obigen Tabelle ersichtlichen vier Geschwindigkeitsstufen erreicht werden.

Der Phasenspalter ist über den Motoren, mit parallel zur Lokomotivachse liegender Welle, an entsprechend versteiften Rippen des Lokomotivkastens, mittels dreier Ösen aufgehängt. Er kann sich daher gewissermafsen frei vom Kasten, bzw. vom Rahmen einstellen. Sein Ständer ist mit zwei konaxial angeordneten und in eigenartig ausgebildeten Nuten liegenden

*) Vgl. L. von Verebély: Elektrische Vollbahntraktion in Italien. Elektrotechnik und Maschinenbau. Wien 1919, Hefte 20, 21, 22.

Bewicklungen versehen. Die primäre oder motorische, ist eine Einphasenwicklung, welche unmittelbar zwischen Fahrleitung und Schiene geschaltet ist; die sekundäre oder Erzeugerwicklung ist eine Dreiphasenwicklung, deren Strom den Haupt- und Hilfsmotoren zugeführt wird. Der zweipolige Läufer dreht sich bei 50 Perioden mit 3000 Umdr. Min. Seine, von einer unmittelbar angebauten und mit besonderer Feldkonstruktion versehenen Erregermaschine gelieferte, Gleichstromerregung

Abb. 2. Antrieb der E-Lokomotive der Königl. Ungar. Staatsbahnen.



wird selbsttätig derart geregelt, dafs einerseits den Antriebsmotoren jene, mit der Belastumg sich ändernde Spannung zugeführt wird, welche bei der betreffenden Belastung dem höchstmöglichen Wirkungsgrad entspricht, andererseits im Primärstromkreis eine beliebige Phasenverschiebung (normal Null, oder etwas voreilend) konstant gehalten wird. Das Anlassen des Umformers geschieht von einer Sammlerbatterie, welche während der Betriebspausen von der Erregermaschine aufgeladen wird.

Sämtliche zur Regelung der Geschwindigkeit nötigen Schaltungen werden durch einen einzigen grofsen, quer im Führerabteil liegenden Fahrschalter bewirkt, welcher vom Lokomotivführer rein mechanisch, mittels eines verschiebbaren Hebelarmes betätigt wird. Zum Anlassen der Antriebsmotoren dient ein, von den Kandóschen Drehstromlokomotiven wohlbekannter und bewährter Wasserwiderstand. Die Energieaufnahme wird durch einen Automaten geregelt, so dafs die Bedienung der Lokomotive äufserst einfach ist.

Die Lokomotive ist, ähnlich wie die Dampflokomotiven, nur mit einem, einseitig angeordneten, Führerstand versehen. Die Aussicht entspricht auch in der Richtung des Lokomotivkastens allen Anforderungen. Der, am Kastendach befestigter, Stromabnehmer öffnet sich scherenartig und trägt am Ende seiner beiden Schenkel selbständig gefederte Schleifbügel.

Die Lokomotive hat sich bei den bisher vorgenommenen zahlreichen Probefahrten, in welchen Personenzüge von 300-400 t und Lastzüge bis 1300 t Gewicht befördert wurden, sowohl in konstruktiver als auch in prinzipieller Hinsicht sehr gut bewährt. Das Triebwerk, die Motoren und der Phasenspalter arbeiten stets tadellos, und nur an den automatischen Reglern, sowie an den Nebeneinrichtungen mufsten auf Grund der praktischen Erfahrungen kleinere Abänderungen vorgenommen werden. Von grundlegender Bedeutung ist aber die Tatsache, dafs die verhältnismäfsig kleine Drehstromzentrale durch die ihr unmittelbar angeschlossene einphasige Bahnbelastung gar nicht gestört wird. Die normale, von Licht- und Kraft-herrührende Dreiphasenbelastung beträgt 1300-1600 KVA mit $\cos \varphi = 0{,}6$, auf welcher sich die Einphasenbelastung mit 400-800 KW und $\cos \varphi = 1 \sim 0{,}95$ voreilend überlagert. Die hervorgerufene Asymmetrie ist unwesentlich, der Spannungsabfall vernachlässigbar und der Leistungsfaktor der ganzen Anlage wird verbessert.

Die behördliche Begehung der Einrichtungen des elektrischen Probebetriebes fand am 23. April l. J. statt und der fahrplanmäfsige Betrieb wird voraussichtlich anfangs August aufgenommen werden. Die Staatsbahnen beabsichtigen denselben ein Jahr lang zu führen, um die zu einer grofszügigen Ausführung nötigen Erfahrungen in jeder Richtung hin verläfslich sammeln zu können. Der zunächst vorzunehmende weitere Schritt wäre die Elektrifizierung der Hauptlinie Budapest—Ostbahnhof—Bruck a. L.—Wien bis zur ungarischen Grenze (197 km). Wenn die nötigen Geldmittel aufgebracht werden können, so soll dies mit der Errichtung einer neuen grofsen Überlandzentrale in Várpalota (80 km sw. von Budapest) verbunden werden, welche die dortigen Lignit- und Torffelder benützend, aufser der Bahn, zum Teil Budapest und den gesamten nordöstlichen Teil Transdanubiens mit elektrischer Energie zu versorgen hätte. Sollte aber dies unter den herrschenden traurigen finanziellen Verhältnissen nicht möglich sein, so kann die Elektrifizierung der genannten Linie dennoch erfolgen, und zwar durch den direkten Anschlufs an die längs der Strecke liegenden gröfseren bestehenden Dampfzentralen. Die städtischen Zentralen von Budapest und Győr, sowie das Kraftwerk des Kohlenbergwerkes Tata, durch die Fernleitung der Bahn zusammengeschlossen, können die benötigte Energie ohne Schwierigkeit — wenn auch energiewirtschaftlich nicht so vorteilhaft als die Überlandzentrale von Várpalota — liefern, denn, nach den bisherigen Ergebnissen, hat unser neues System die Möglichkeit geschaffen, den Strombedarf der elektrisierten Hauptbahnen durch unmittelbaren Anschlufs aus bestehenden Kraftwerken zu decken und hierdurch dieses wichtige Problem der technisch einfachsten und energiewirtschaftlich vorteilhaftesten Lösung zuzuführen.

Die Elektrisierung der Schweizer Bahnen.

Von Regierungsbaurat **Tetzlaff**, Berlin.

A. Systemwahl, Entwicklung, Bauplan.

Die Anfänge der elektrischen Vollbahnzugförderung in der Schweiz gehen auf das Jahr 1899 zurück. Damals begann der elektrische Betrieb auf der Strecke Burgdorf—Thun mit Abzweigung nach Langnau. Man verwendete Drehstromlokomotiven und -Triebwagen für 750 Volt Fahrdrahtspannung und 40 Per./Sek., also ein heute längst überholtes System. 1906 wurde die Simplon-Tunnelstrecke elektrisch befahren und zwar mit der noch heute dort üblichen Drehstromspannung von 3000 Volt, $16^2/_3$ Per/Sek. Man beschränkte sich damals zunächst auf die 22 km lange Strecke zwischen Brig und Iselle, d. h. also auf den Tunnel selbst, zur Umgehung der Schwierigkeiten durch den Lokomotivrauch. Während des Weltkrieges wurde die Fahrleitung bis Sitten verlängert, wobei vorläufig der Drehstrombetrieb beibehalten wurde. Es sollte nämlich das Kraftwerk Massaboden, welches die elektrische Zugförderungsarbeit lieferte, einigermafsen ausgenutzt werden, trotz des fast vollständigen Stilliegens des schweizerisch-italienischen Verkehrs über den Simplon während des Krieges.

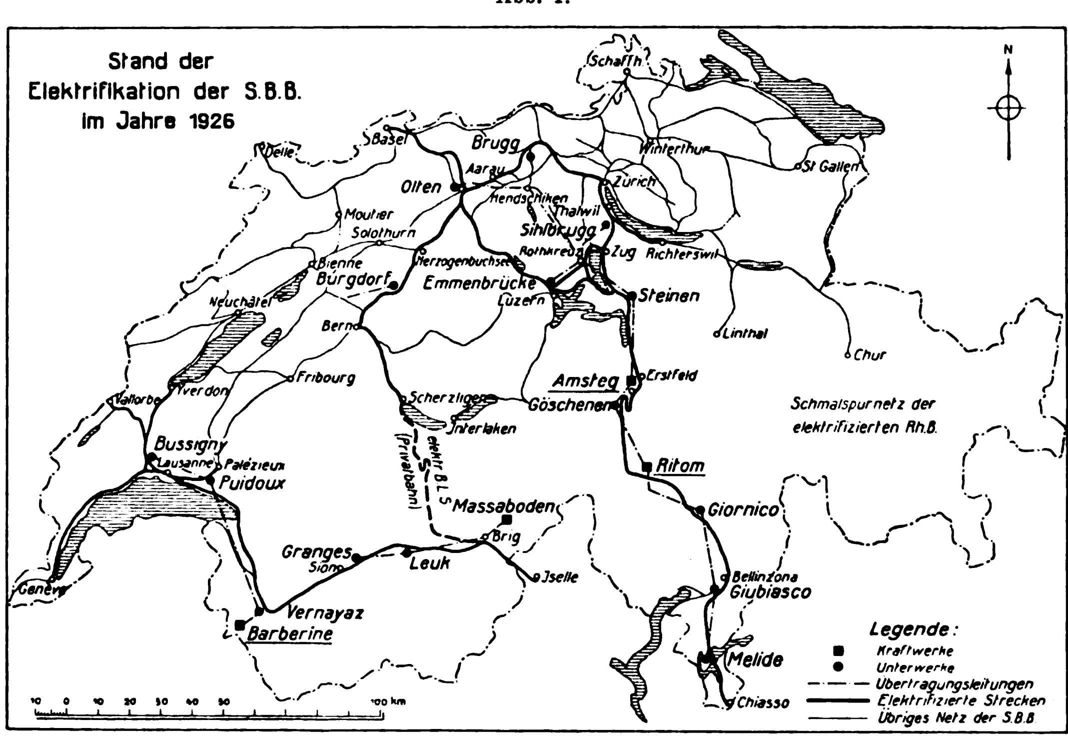
Im Jahre 1910 wurde anläfslich des internationalen Eisenbahnkongresses in Bern von einem bereits 1901 eingesetzten Ausschufs mafsgebender schweizerischer Fachleute ein eingehender Bericht über die Einphasenzugförderung erstattet und 1912 durch einen Schlufsbericht ergänzt, in dem das

Einphasensystem mit 10 $\div$ 15000 Volt Fahrdrahtspannung und $13\,^1/_3 \div 16\,^2/_3$ Per/Sek als das geeignetste für den weiteren Ausbau des elektrischen Betriebs auf den Schweizer Bahnen bezeichnet wurde. Ein wesentlich entgegenstehender Umstand, die Störungen längs der Bahn laufender Schwachstromanlagen durch Wechselstrombetrieb, fiel insofern wenig ins Gewicht, als bei jeder Elektrisierung mit der für Fernbahnbetrieb nötigen hohen Fahrdrahtspannung (auch bei Gleichstrom) die Schwachstromleitungen in der Nachbarschaft der Fahrleitungen für gefährdet gehalten wurden. Man legte der Möglichkeit von Berührungen mit Hochspannung bei Drahtbrüchen und bei Unterhaltungsarbeiten so grofse Bedeutung bei, dafs man damit rechnete, die Leitungen auf jeden Fall vom Bahnkörper entfernen zu müssen. Zur Frage der Stromart äufserte sich der Schweizer beratende Ingenieur Huber (Bericht an den internationalen Eisenbahnkongrefs in Rom 1922, Frage 8, Elektrische Zugförderung) in sehr treffender Weise, dafs es bei der Elektrisierung weniger auf die — oft recht schwierige und umstrittene — Frage der Stromart ankomme, als auf die Güte der Ausführung.

dem Einphasenbetrieb zu. Vor kurzem sind die gesamten Elektrisierungsarbeiten beendet worden, so dafs diese Gesellschaft ihre Züge nunmehr nur noch elektrisch befördert.

Am spätesten (1913) entschlossen sich die Schweizerischen Bundesbahnen zur Elektrisierung und zwar zunächst auf der Gotthardbahn. Sie begann mit dem Abschnitt Erstfeld—Bellinzona (110 km). Durch den Weltkrieg wurde die Arbeit zunächst gehemmt. Dann traten aber gerade aus diesem Anlafs zwingende Gründe zur beschleunigten Weiterführung ein. Die Kohlenversorgung der Schweiz wurde nach und nach so unzulänglich und kostspielig, dafs man sich von ihr unabhängig machen mufste und daher mit allem Nachdruck auf das Ziel zusteuerte, nur noch Wasserkraft für den Eisenbahnbetrieb zu benutzen. Die Wahl der Stromart durfte hierbei nicht noch zu Verzögerungen führen, und da die bisherigen Ergebnisse des Einphasenbetriebes günstig waren, da ferner die Schweizer Industrie mittlerweile auf dieses System eingestellt war, wählte man ohne die Erfahrungen auf der ersten Gotthard-Teilstrecke abzuwarten (wie ursprünglich gedacht war), den Einphasenstrom mit 15000 Volt und $16\,^2/_3$ Per/Sek auch für alle weiteren

Abb. 1.



Der erste Versuch mit Einphasenstrom in der Schweiz fand auf der Strecke Seebach—Wettingen (21 km) statt. Auf Grund der dort gemachten Beobachtungen begann 1910 die Berner Alpenbahngesellschaft den 14 km langen Teilabschnitt der Lötschbergbahn von Spiez bis Frutingen für Einphasenbetrieb auszurüsten. Bereits 1913 führte sie den gesamten Zugverkehr von dort bis Brig am Simplon mit Einphasenstrom durch (74 km), es folgten die anschliefsenden Strecken von Spiez bis Scherzligen (1915) und nach Interlaken—Böningen (1920), zusammen weitere 30 km. Gleichzeitig fand nach dem nunmehr noch ausschliefslich verwendeten Einphasensystem der elektrische Betrieb auf den sogenannten Dekretsbahnen des Kantons Bern Eingang (90 km) (Bern—Belp—Thun, Bern—Schwarzenburg, Spiez—Zweizimmen).

Auch am Ostrande der Schweiz arbeitete man im gleichen Sinne. Die Rhätische Bahngesellschaft, welche über ein verkehrsreiches Schmalspurnetz (1 m) von 277 km verfügt und den gesamten Bahnverkehr im Engadin (Chur—St. Moritz [Albulabahn], Schuls, Davos, Disentis) bedient, wandte sich ebenfalls

Elektrisierungen. Übrigens spielte hier ebenfalls die Verbesserung der Ausnutzung bestehender Kraftwerke mit der dort einmal eingerichteten Stromart (besonders an der Lötschbergbahn) eine bedeutende Rolle, ein Gesichtspunkt, der auf die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Zugförderung wesentlichen Einflufs hat und sich in Deutschland nur sehr langsam — gehemmt durch die Finanzlage der Reichsbahn — Geltung verschafft. Der Ausbau Bern—Münsingen—Scherzligen (32 km) begann 1917. Auf dieser Strecke wurden bemerkenswerte Versuche über Schwachstrombeeinflussung durchgeführt. Im Bereiche des Gotthards durchfuhr 1920 die elektrische Lokomotive zum ersten Mal den grofsen Tunnel. Inzwischen betrieb man den Weiterbau der elektrischen Anlagen nordwärts nach Luzern und Zürich (140 km) und südwärts nach Chiasso (175 km). 1922 konnte der ganze Gotthardverkehr elektrisch geführt werden. Ferner wurde 1920 der Ausbau der Strecke Sitten—Lausanne (92 km) begonnen. Der damals aufgestellte Ausbauplan (vgl. Abb. 1) sah folgende Strecken vor: Für 1923: Sitten—Lausanne, Luzern—Olten, Thalwil—Richterswil; für

1924: Olten—Basel, Lausanne—Vallorbe, Daillens—Yverdon, Zürich—Olten; für 1925: Renens—Genf, Olten—Bern; für 1926: Lausanne—Palézieux.

Dieser Plan ging davon aus, dafs im ganzen in 30 Jahren das Schweizerische Bundesbahnnetz (rund 2900 km) elektrisiert sein sollte. In den letzten Jahren hat sich aber die Bundesbahn-Gesellschaft aus den erwähnten Gründen zu einem schnelleren Bau entschlossen, so dafs bis Ende 1928 die meisten Hauptstrecken und zwar insgesamt etwa 1566 km fertig eingerichtet werden sollen. Die ursprünglich geplante Baulänge von jährlich etwa 100 km soll also um etwa die Hälfte überschritten werden. Zu diesem Zweck wurde der ein selbstständiges wirtschaftliches Unternehmen bildenden Bundesbahnverwaltung eine namhafte Beihilfe (60 Mill. Frcs.) vom Bunde gewährt, was damit begründet wurde, dafs die Bahnverwaltung durch ihre Aufträge an die Schweizer Industrie der Arbeitslosigkeit abhelfen sollte, also Aufgaben für das Allgemeinwohl zu übernehmen hatte, wofür die Aufwendungen nicht aus ihren allgemeinen Einnahmen bestritten werden konnten. Im Deutschen Reich ist zwar die wirtschaftliche Lage ganz ähnlich; die Finanzlage der Reichsbahn und des Reiches erlaubt jedoch anscheinend nicht eine solche Notstandsmafsnahme, wie sie im weiteren Ausbau der Elektrisierung zu erblicken wäre. Der beschleunigte Bauplan sieht aufser den genannten Strecken noch folgende für die Einrichtung des elektrischen Betriebes vor:

Bis Ende 1925: Zürich—Winterthur; bis Ende 1926: Zürich—Rapperswil; bis Ende 1927: Umbau Brig—Sitten für Einphasenstrom Brugg—Basel, Winterthur—St. Gallen—Rorschach, Rothkreutz—Rupperswil, Palézieux—Bern, Yverdon—Olten; bis Ende 1928: Winterthur—Romanshorn—Rorschach, Zürich—Schaffhausen, Richterswil—Chur.

Von den genannten Bauvorhaben sind bis Ende März 1924 etwa 450 km Streckenlänge der Bundesbahnen für elektrischen Betrieb fertiggestellt.

B. Kraftversorgung.

I. Kraftwerke.

Wie bekannt, beruht der elektrische Bahnbetrieb in der Schweiz ausschliefslich auf Wasserkraft. Das schon erwähnte kleine Drehstromkraftwerk Massaboden speist zur Zeit die Simplontunnelstrecke und die anschliefsende Rhônetalbahn bis Sitten. Es gehört den Schweizerischen Bundesbahnen. Die Lötschbergbahn erhält ihren Arbeitsbedarf von den Kraftwerken Kandergrund, Spiez und Mühleberg. Diese Werkgruppe versorgt auch die Strecke Bern—Scherzligen der Bundesbahnen. Für das südwestliche Netz sind zwei grofse Kraftwerke südlich des Rhôneknies im Bau, die Kraftwerke an der Barberine und bei Vernayaz. Für das Barberinewerk wird durch eine Sperrmauer im Hochgebirge ein Stausee neu gebildet. Das schon fertiggestellte Krafthaus liegt bei Châtelard an der Bahnstrecke Martigny—Chamonix. Das Wasser wird ihm mit einem Gefälle von rund 740 m zugeführt. Es ist leider nicht möglich, auf die aufserordentlich bemerkenswerten Ingenieur-Bauarbeiten hier näher einzugehen, welche noch bis 1927 dauern werden und sich in einer bisher völlig wilden Gegend abwickeln. Es darf jedoch auf das sehr reichhaltig ausgestattete Sonderheft der Schweizerischen Technikerzeitung »Zur Elektrifikation der Schweizerbahnen, II. Die Kraftwerke« (Sonderabdruck aus dem Jahrgang 1923 Nr. 27/28, 39/40, 44, Winterthur) verwiesen werden. Diese Wasserkraftanlage von bedeutender Speicherfähigkeit wird durch das Nachbarwerk bei Vernayaz in der Weise ergänzt, dafs erstere in den wasserarmen Jahreszeiten aus dem angesammelten Vorrat des künstlichen Stausees arbeitet, während letzteres ohne Speicheranlage seine volle Leistung im Sommer hergibt. Da es aber zugleich eine Unterstufe zum Barberinewerk bildet, ist es auch zu Zeiten, wo aus dem Speichervorrat gearbeitet wird, noch verhältnismäfsig leistungsfähig, da ihm die Wassermasse zufliefst, die dem Kraftwerk Châtelard entströmt; aufserdem empfängt es noch einige andere Gebirgswässer, die jedoch nur im Sommer ergiebig sind. Durch dieses Ineinandergreifen der Arbeitsleistung sollen beide Werke zusammen ständig eine Leistung von 38500 PS vorhalten. Das Barberinewerk ist mit den allerdings noch nicht künstlich gefafsten Wasserkräften bereits Ende 1913 in Betrieb gesetzt worden und umfafst zur Zeit drei Maschinensätze zu je 10000 kVA $16^2/_3$ Per. Einphasenstrom. Ein vierter Maschinensatz soll folgen. Das Krafthaus von Vernayaz arbeitet mit einem Gefälle von 670 m und wird fünf Turbinensätze zu je 11000 kVA erhalten. Man beabsichtigt, dort auch einen Maschinensatz für 50-periodigen Drehstrom aufzustellen zur Belieferung der Industrie mit überschüssiger Arbeit.

Eine ähnliche Kraftwerkgruppe ist am Gotthard in den Anlagen Amsteg und Ritom geschaffen und schon vorher für den Gottharddienst in Betrieb genommen worden. Das Kraftwerk Amsteg (Abb. 2 und 3) liegt unweit des nördlichen Ausganges vom Gotthardtunnel und wird hauptsächlich durch die Reufs gespeist mit einem mittleren Gefälle von 290 m. Es laufen dort sechs Maschinensätze, fünf für Einphasenstrom, $16^2/_3$ Per 15 kV, je 10000 kVA und einer für Drehstrom 50 Per/Sek, 8000 Volt etwa gleicher Leistung zur Arbeitslieferung an die Industrie. Die Freistrahlturbinen stammen aus den Ateliers des Constructions Mécaniques de Vevey, die elektrischen Einrichtungen teils von Brown-Boveri, teils von Oerlikon. Zur Lieferung kleinerer Ausrüstungsteile wurden allgemein auch kleinere Firmen herangezogen. In Nachbarschaft dieses Werks befindet sich ein kleines Nebenkraftwerk der S. B. B. bei Göschenen, welches die bisher zum Betrieb des Tunnellüfters dienende Wasserkraft ausnutzt, nachdem die Rauchbelästigung durch die Elektrisierung verschwunden ist. Der dort aufgestellte Stromerzeugersatz, im Wasserkraftteil von Escher-Wyfs in Zürich, im elektrischen Teil von der A. E. G. in Zürich, liefert 1300 kW und ist im nächsten Unterwerk mit dem Kraftwerk Amsteg parallel geschaltet. Er ist ein Asynchrongenerator und besitzt keine Regulierung. Dies Nebenwerk arbeitet gewöhnlich auch ohne Wartung mit Fernsteuerung vom Unterwerk aus.

Das Ritomwerk ist ähnlich dem Barberinewerk eine Speicheranlage. Es wird aus dem Ritomsee gespeist, dessen Wasserspiegel durch eine Sperrmauer um 7 m gehoben worden ist, um den Arbeitsvorrat für den Winter ausreichend zu vergröfsern. Während der Sommerzeit wird es möglichst wenig in Anspruch genommen, da dann im Werk Amsteg genügend Wasserkraft zur Verfügung steht. Der bei der Gruppe Barbarine-Vernayaz erzielte Vorteil, auch im Winter das Speicherwasser in der Unterstufe nutzbar machen zu können, liegt hier nicht vor, da das Ritomwerk an der gegenüberliegenden südlichen Seite des Gotthard sich befindet und also nur elektrisch mit Amsteg gekuppelt ist. Im Ritomwerk laufen zur Zeit vier Turbinen der Société Anonyme Piccard-Pictet & Cie. in Genf, welche etwa von gleicher Gröfse sind, wie die in Amsteg und liefern Einphasenstrom von $16^2/_3$ Per/Sek und 15 kV. Das Ritomwerk, dessen elektrische Anlagen von denselben Werken geliefert sind, wie in Amsteg, ist seit 1920 im Betrieb, das in Amsteg seit Ende 1922.

Das Rhätische Bahnnetz wird aus 3 Werken gespeist; je einem Wasserkraftwerk bei Thusis und Küblis. Ersteres enthält zwei Maschinensätze für Einphasenstrom von je 2000 kVA, letzteres einen Turbinensatz und einen Motorgenerator (Drehstrom-Einphasenstrom) von je 3600 kVA. Aufserdem besteht in Bevers ein Umformerwerk, dessen beide Maschinensätze von je rund 1000 kVA mit Drehstrom gespeist werden und aufserdem je eine Gleichstrom-Puffermaschine umfassen, die auf eine Akkummulatorenbatterie arbeitet.

Ein grundlegender Gedanke bei der Errichtung der Stromversorgungsanlagen der Bundesbahnen war die Trennung zwischen Bahn- und allgemeiner Kraftversorgung. Die beschriebenen Werke sind zum weit überwiegenden Teil für Bahnstromerzeugung eingerichtet. Wo, wie oben erwähnt, einzelne Maschinensätze auf öffentliche Netze arbeiten (Drehstrom), bestehen keinerlei Zusammenhänge zwischen beiden Stromarten. Man hat also ebenso wie in Deutschland Bedenken getragen, den mit häufigen Störungen und starken Spannungsschwankungen arbeitenden Bahnbetrieb irgendwie auf öffentliche Leistungs-

Abb. 2. Zentrale Amsteg.

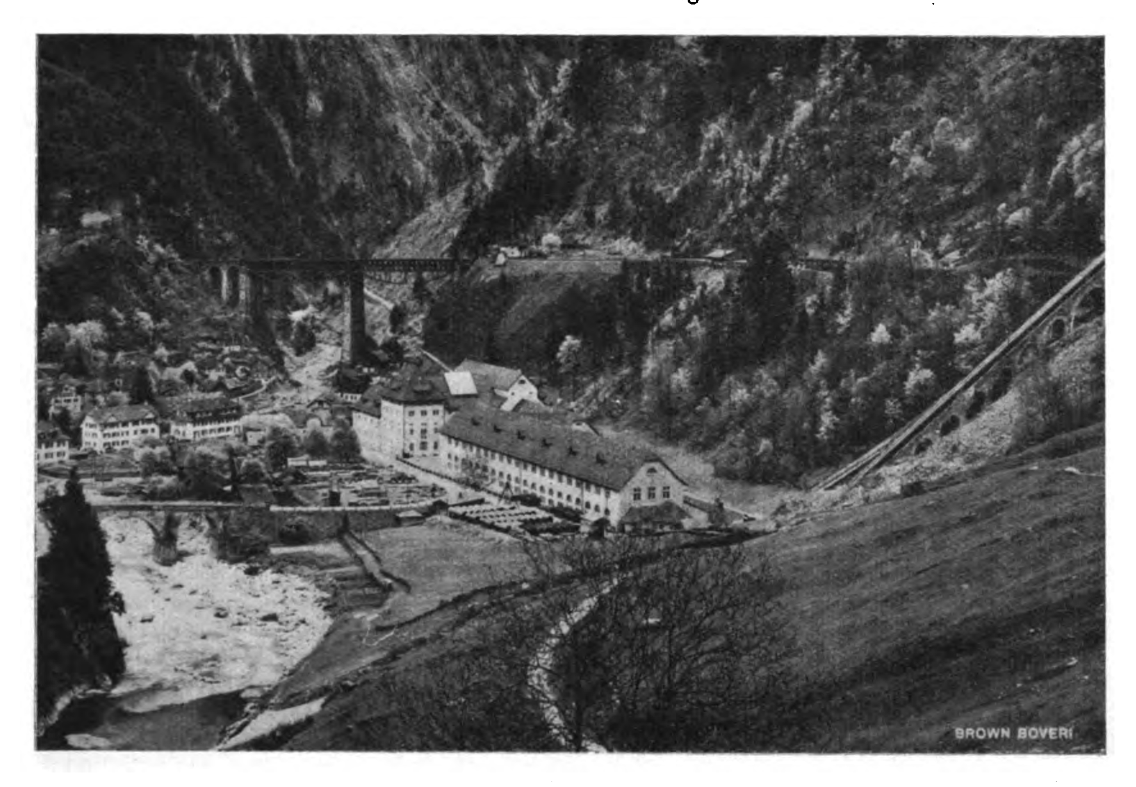
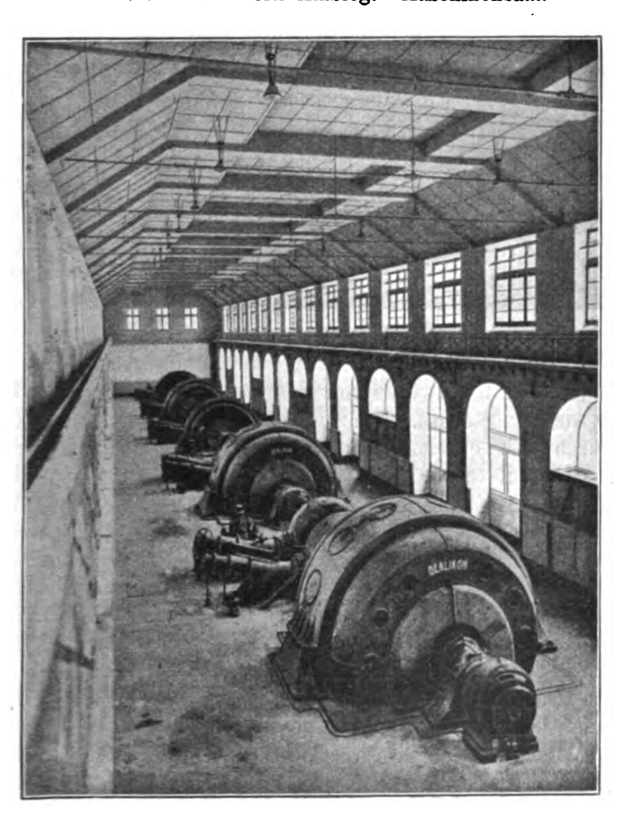
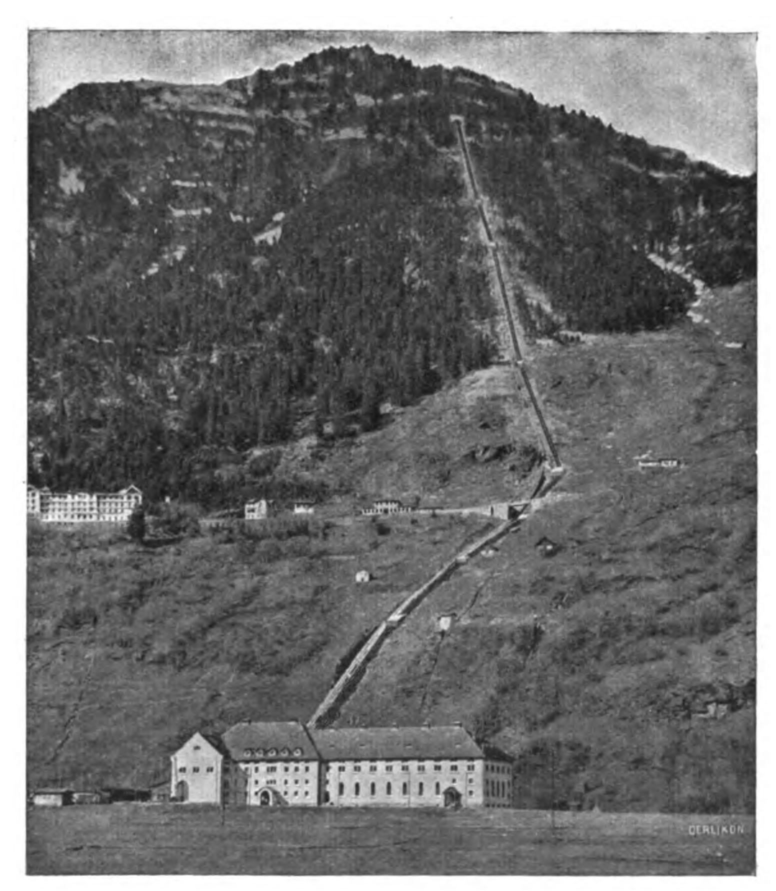


Abb. 4. Kraftwerk Ritom.


Abb. 3. Kraftwerk Amsteg. Maschinensaal.



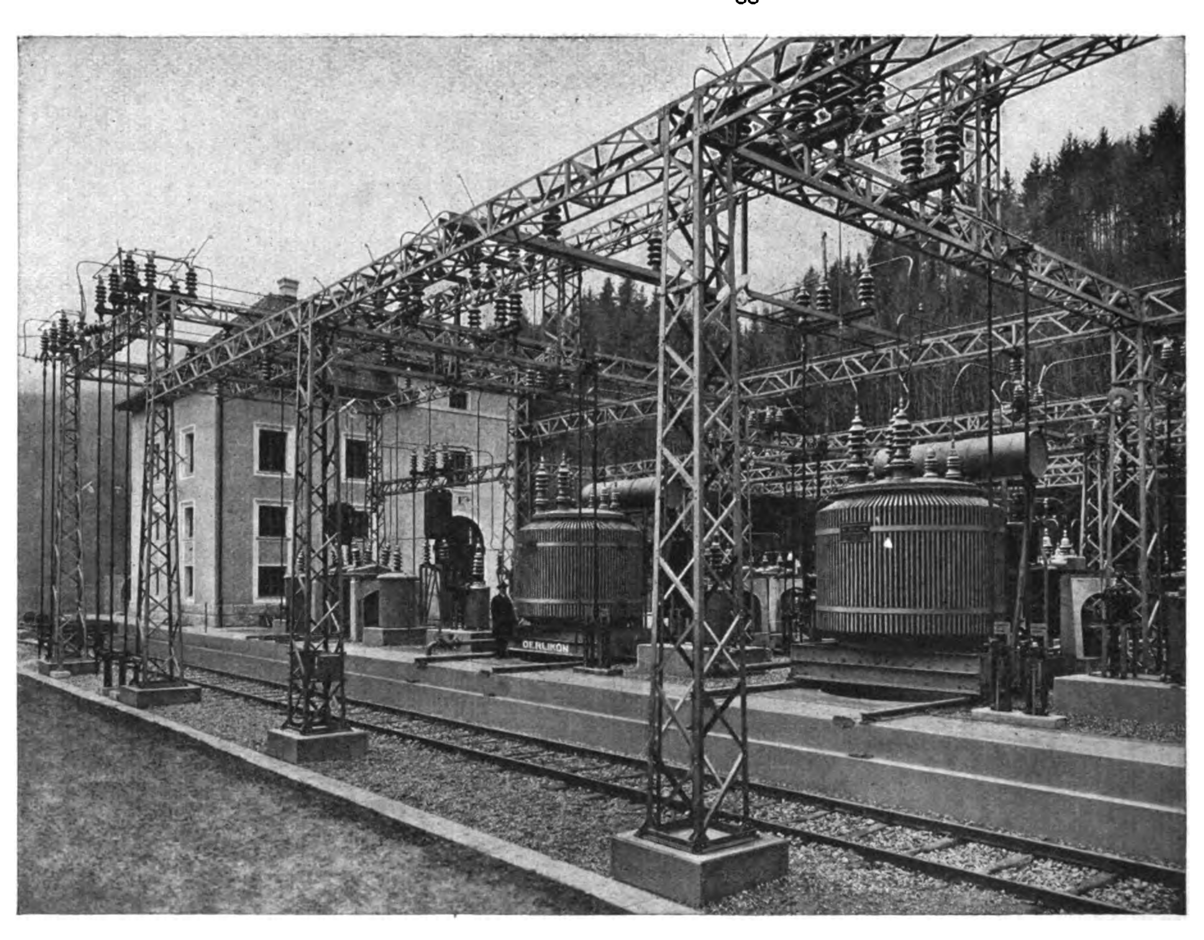


netze zurückwirken zu lassen. Dem Vernehmen nach wird jedoch für später geplant, im Kraftwerk Mühleberg Umformer für Einphasenstrom in Drehstrom aufzustellen und einen gegenseitigen Austausch elektrischer Leistung zwischen dem Bahnnetz und dem Drehstromnetz der Berner Wasserkräfte durchzuführen. Es scheint, als ob über den Grundsatz völliger Trennung beider Stromarten noch nicht das letzte Wort gesprochen ist.

II. Fernleitungen.

Soweit die Kraftwerke den Bahnstrom nicht unmittelbar in den benachbarten Fahrleitungsabschnitt liefern können, wird die elektrische Arbeit durch 60 kV-Verbindungen nach Unterwerken geleitet. Die zur Spannungserhöhung dienenden Transformatoren besitzen geerdete Wicklungsmittelpunkte auf der Oberspannungsseite, so dafs die Klemmenspannung gegen

Abb. 5. Unterwerk Sihlbrugg.



Erde nur 30 kV beträgt. Dies ermöglicht, zur Fernübertragung auch Kabel zu benutzen, wozu man auf Strecken mit vielen Tunneln genötigt war. Diese Kabel sind Einleiterkabel für 30 kV mit 130 qmm Kupferquerschnitt. Sie haben über den Bleimantel und die Bandeisenbewehrung gemessen, etwa 50 mm Durchmesser und sind nach dem heutigen Stande der Kabeltechnik vollständig betriebssicher herzustellen. Über ihre Zuverlässigkeit bei Erdschlufs eines Pols ist noch nichts näheres bekannt geworden. Auf jeder Kabelstrecke sind Doppelleitungen verlegt, d. h. vier Kabel, zwei für jeden Pol. Sie werden auf dem Bahnkörper durch Betonkanäle geschützt, in Tunneln sind sie an Wandstützen frei aufgehängt. Im ganzen weist die Gotthardbahn eine Kabelstrecke von etwa 60 km auf.

Wo weniger Tunnel vorkommen, oder wo sie leicht zu umgehen sind (z. B. die Kehrtunnel der Gotthardbahn), sind die 60 kV-Fernleitungen als Freileitungen mit eisernen Masten errichtet. Sie befinden sich, soweit möglich, nahe den Bahnlinien, zum Teil sogar auf dem Bahnkörper. Auch hier sind ausschliefslich Kupferleiter verwandt worden. Man beabsichtigt aber, eine Hauptverbindungsleitung zwischen Vernayaz und Rupperswil mit Aluminium-Stahldrahtleitern zu erbauen. Diese Hauptverbindung zwischen dem Ost- und Westbezirk der S. B. B. (vergleiche Abb. 1) soll mit 135 kV betrieben werden.

III. Unterwerke.

Die Verteilung der elektrischen Arbeit auf die Fahrleitungsabschnitte seien in folgendem nach dem Beispiel der Gotthardbahn wiedergegeben, welche die erste schon voll im Betrieb befindliche Anlage der S. B. B. ist. Die Speiseabschnitte umfassen je 32 (Bern-Scherzligen) bis 39 km Gleislänge auf Gebirgsstrecken, bis 46 km auf Flachlandstrecken (Sitten—St. Maurice). Wie erwähnt, werden die Abschnitte in Nachbarschaft der Kraftwerke von diesen unmittelbar mit 15 kV gespeist (Amsteg, Ritom), den übrigen Abschnitten wird die Arbeit durch Unterwerke zugeführt. Fünf solche Werke befinden sich auf der Gotthardbahn in Steinen, Göschenen, Giornico, Giubiasco und Melide. Die ganze Strecke wird also an sieben Stellen gespeist. Die Transformatoren der Unterwerke sind für je 3000 oder 5000 kVA bemessen. Auf ein Werk entfallen 3 bis 4 Transformatoren bei vollem Ausbau. Die Ölschalter für die 15 kV-Speisepunkte werden von einer gemeinsamen Steuerschalttafel aus betätigt. Zur Prüfung der Speiseabschnitte auf das Vorhandensein von Kurzschlüssen ist für jede Abzweigung ein Widerstand angeordnet, über den der Wärter jede Leitung nach der selbsttätigen Auslösung unter Spannung setzen kann. Besteht ein Kurzschlufs fort, so begrenzt der Prüfwiderstand den Strom auf ein zulässiges Mafs

und der Wärter erkennt an dem Ausschlag des Stromzeigers, dafs er den Hauptschalter noch nicht wieder einlegen darf. Insgesamt werden in der Schweiz 25 Unterwerke benötigt, deren Lieferung sich auf alle bedeutenderen Sonderfirmen des Landes verteilt.

Die Unterbringung der Unterwerksanlagen in Gebäuden wurde bei späteren Bauten verlassen und die Freiluftbauweise gewählt. Es stellte sich heraus, dafs unter den derzeitigen Preisverhältnissen die wetterfeste Ausführung der Schaltanlagen, sowie die eisernen Traggerüste insgesamt billiger wurden, als Häuser aus Mauerwerk oder Beton. Als Beispiel sei das Unterwerk Sihlbrugg an der Strecke Zug—Zürich genannt (Abb. 5), eine der umfangreichsten Freiluftanlagen Europas überhaupt. Sie hätte ein Gebäude von rund 8000 cbm umbautem Raum erfordert, an dessen Stelle hier etwa 30 t Eisenbau zu errichten waren. An Übersichtlichkeit wird eine solche Anlage der gewöhnlichen, in ein Haus eingebauten meist überlegen sein. Man wird Störungen und Schäden leicht auffinden. Die Ersparnis an Baukosten wird aber zu einem gröfseren oder kleineren Teil dadurch wieder ausgeglichen, dafs sämtliche dem Wetter ausgesetzten Teile kostspieligerer Unterhaltung und Reinigung bedürfen, besonders auch häufigeren Anstrichs der Eisengerüste und Apparate. Die Klarheit einer solchen Anlage wird wesentlich davon abhängen, ob man wie in Sihlbrugg das Schaltbild einfach als Grundrifs benutzen kann. Dies geht in völlig klarer Form nur dann, wenn man einen so grofsen Bauplatz hat, dafs man nicht in Stockwerken zu bauen braucht. Auch wird dieser Platz so gelegen sein müssen, dafs keine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes entsteht.

IV. Fahrleitungen.

Die 15 kV-Fahrleitungen — als Beispiel diene hier wieder die Gotthardbahn — sind auf eisernen in Beton gegründeten Masten mit Walzeisenquerjochen oder -Auslegern geführt. Die Jochbauweise ist auch in den Bahnhöfen gewählt. Entsprechend den meist krümmungsreichen Streckenverhältnissen beträgt die Spannweite zwischen den Tragjochen durchschnittlich 60 m. Auf offener Strecke und über den durchgehenden Gleisen der Bahnhöfe ist der Fahrdraht (107 qmm Kupfer) unter Zwischenschaltung eines Hilfstragdrahts an einem 50 qmm starken Tragseil aufgehängt, gewöhnlich 5,7 m über Schienenoberkante. Späterhin ist man zu höherer Fahrdrahtlage übergegangen (6,6 m). Über Nebengleisen von Bahnhöfen hat man keinen Hilfstragdraht verwendet. Bei neueren Anlagen wird wie in Deutschland nur noch einfache Kettenaufhängung gewählt. In Tunneln ist statt des stählernen Tragseils ein mit Kupfer überzogener Stahldraht gespannt. Die Isolation ist doppelt, indem das Tragseil über einen wagrechten Doppelkelch gelegt ist, dessen Träger sich auf zwei Deltaglocken stützt, die auf dem Querjoch stehen. Aber auch hier strebt man neuerdings Vereinfachungen an, indem man sich mit einfacher Isolalation begnügt, wo nicht Rauch oder Feuchtigkeit besondere Ansprüche stellen.

Aufser den Trennpunkten in der Fahrleitung an den Speisestellen neben Unterwerken und an den Grenzen der Speisebezirke befinden sich Trennungen vor und hinter jedem Bahnhof. Jedes dort anschliefsende Streckengleis und die gesamte Gleisanlage des Bahnhofs bilden je einen Fahrleitungsabschnitt für sich, der mittels ferngesteuerter Ölschalter auf einem Schaltgerüst an eine gemeinsame Sammelschiene angeschlossen ist. Jeder dieser Abschnitte kann also durch das Bahnhofspersonal erforderlichenfalls spannungslos gemacht werden. Aufserdem besitzen diese Ölschalter Selbstauslösungen nach dem Selektivschutzsystem Merz-Price, wodurch bei Störungen die Speisung der nicht in Mitleidenschaft gezogenen Fahrleitungsstrecken selbsttätig aufrechterhalten wird.

C. Triebfahrzeuge.

I. Lokomotiven.

Man hat in den ersten Jahren der elektrischen Zugförderung in Preufsen oft die Vielgestaltigkeit des Elektrolokomotivbestandes nachteilig empfunden und verurteilt. Aber auch das Beispiel der Schweiz zeigt, dafs ein sich neu einführender Zweig der Technik erst durch Erprobung mannigfaltiger, sich zunächst bietender Ausführungsmöglichkeiten geklärt zu werden pflegt und dafs man sich selten mit einfacher Übernahme anderweitig ausgeführter Bauformen begnügt. Diese Entwicklung dauert ihre Zeit. Man hat auch nicht immer Zeit, abzuwarten, bis eine Versuchsbauart gründlich bewährt oder endgültig verworfen ist. So finden wir in der Schweiz mancherlei verschiedene Erstausführungen je einmal oder doch nur in geringer Anzahl beschafft, bis die eingangs erwähnten Wirtschaftsverhältnisse im Weltkrieg zur Beschleunigung der Gesamtelektrisierung zwangen. Es mufsten also auch von den noch nicht völlig durchgeprobten, der Zeitumstände wegen verspätet abgelieferten Lokomotivbauarten gröfsere Reihenbestellungen vergeben werden, ohne jedoch daneben die planmäfsige Erprobung neuer Vorschläge in Einzelausführungen zu vernachlässigen.

Eine in Deutschland häufig wiederkehrende Bauform des Antriebes findet man in der Schweiz nicht, bis auf einige ältere Simplon-Drehstromlokomotiven (Abb. 6) und einige Schnellzuglokomotiven der Rhätischen Bahngesellschaft, den unmittelbaren Stangenantrieb zwischen Motor und Achsen ohne Zahnradübersetzung. Diese Form wird bekanntlich für die Reichsbahn z. Z. noch als Regelbauart für 2 C 2-Flachland-

Abb. 6. D-Drehstrom-Lokomotive für die Simplontunnelstrecke der S. B. B.

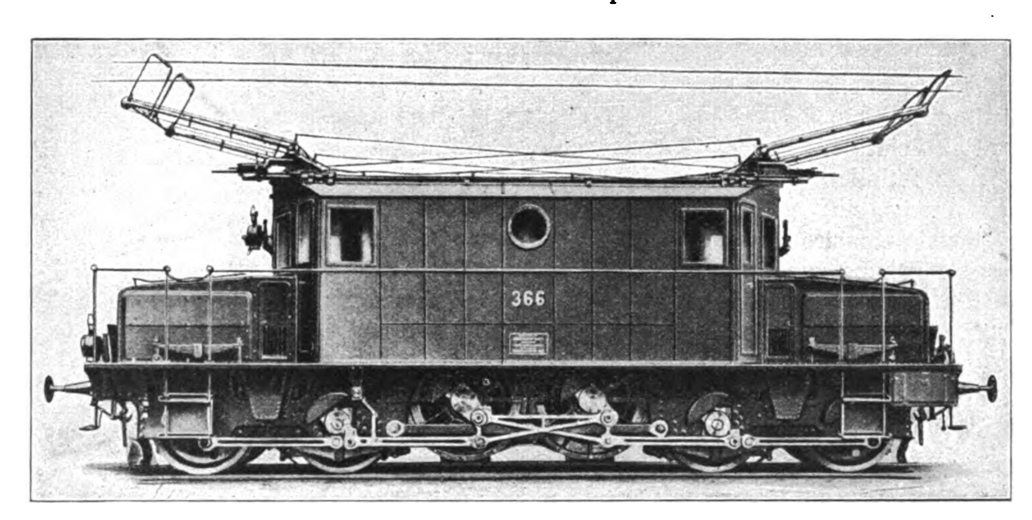


Abb. 7. C-C-Lokomotive der Rhätischen Bahn für 1 m Spurweite.

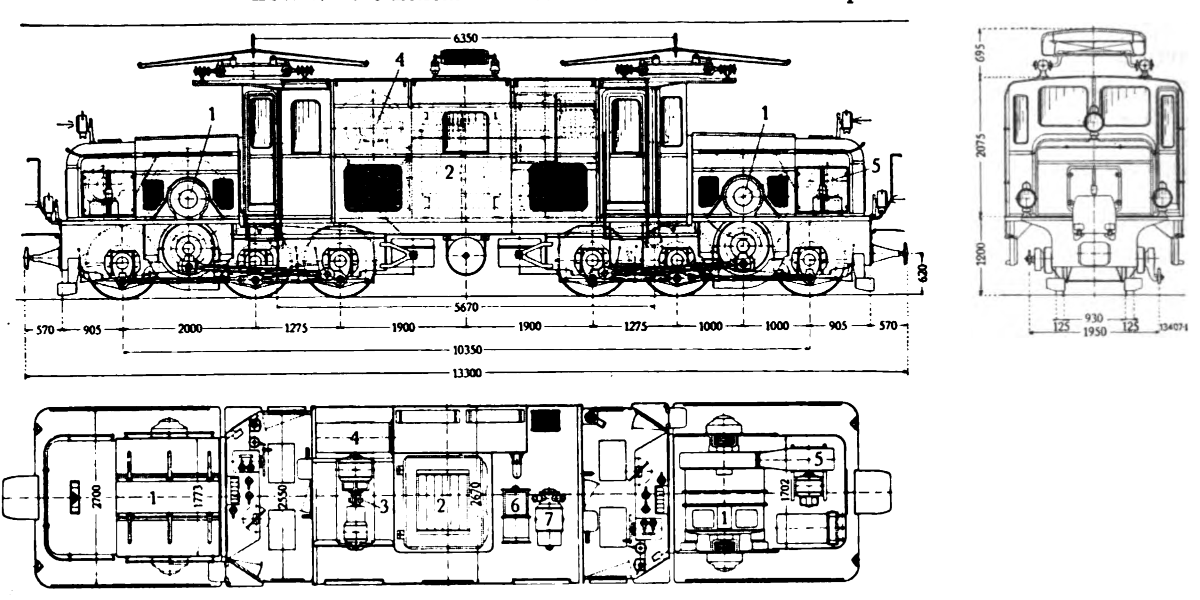
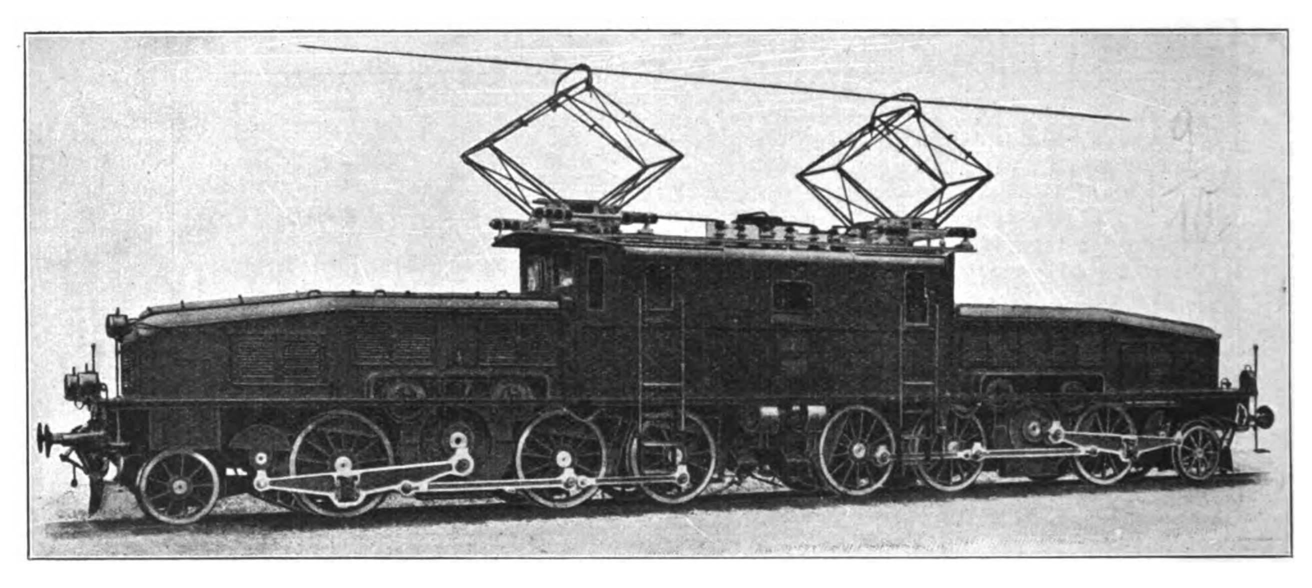


Abb. 8. 1 C - C 1 Güterzuglokomotive der Gotthardbahn.

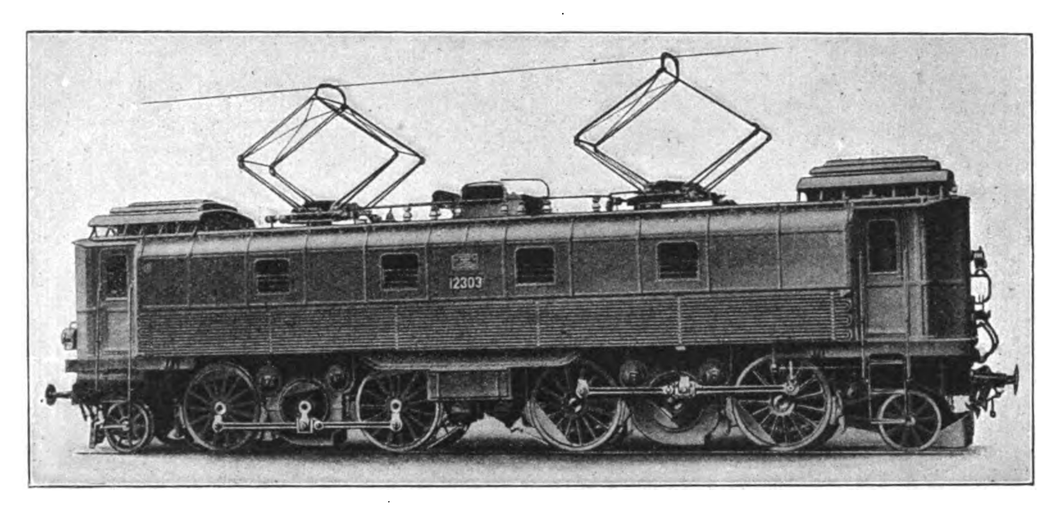


schnellzugs- und mit gleicher elektrischer Ausrüstung für 2 D 1 Gebirgspersonen- und Schnellzuglokomotiven hergestellt. In der Schweiz dagegen sind ja Flachlandstrecken seltener und auf den Bergstrecken mufs meist mit Geschwindigkeiten gefahren werden, die für den grofsen, langsam laufenden Motor noch zu niedrig liegen. Die Schweiz ist das gegebene Land der Zahnradübersetzung für die Lokomotivmotoren. Auch in der Reichsbahn gewinnen ja in letzter Zeit die Versuche an Umfang, für höhere Geschwindigkeiten ebenfalls die Zahnradübersetzung und kleinere, schnelllaufende Motoren zu verwenden. Die Durchbildung des Antriebs im einzelnen ist auch heute noch in der Schweiz verschieden.

Bei einer älteren Lötschberg-C-C Lokomotive finden wir den Antrieb der zu je dreien miteinander gekuppelten Achsen von den beiden Vorgelegewellen der beiden getrennt angeordneten Motoren durch geneigte Treibstangen mit überhöhtem Angriffspunkt an der Kuppelstange. Ebenso sind die C - C Lokomotiven der Rhätischen Bahn (1 m Spurweite) gebaut (Abb. 7). Auch die Bundesbahnen haben eine Probelokomotive der Bauart 1 C - C 1 von Brown-Boveri & Cie. geliefert bekommen, deren Antrieb mit dem jener ersten Lötschberglokomotiven übereinstimmt. Die später gebauten Lötschberglokomotiven haben Kuppelrahmen (Kando) erhalten, welche zwischen den beiden Vorlegekurbeln der beiden nebeneinander angeordneten Motoren hängen und die Treibzapfen der mittleren Achse mit Gleitstangen erfassen (Achsenordnung 1 E 1). Bei den Bundesbahnen wird dieser Antrieb an einer 1 C 1 - Probelokomotive, zwei Verschiebelokomotiven und einer gröfseren Anzahl Schnellzuglokomotiven, Bauart 2 C 1 verwendet. Eine neuartige Form des Kuppelrahmens weisen die von der Maschinenfabrik Oerlikon gemeinsam mit der Schweiz. Lokomotivfabrik Winterthur, der Herstellerin aller Wagenteile zu elektrischen Lokomotiven der Bundesbahnen, gelieferten 1 C - C 1 Gebirgslokomotiven für die Gotthardstrecke auf (Abb. 8). Da hier zu jeder gekuppelten Achsgruppe nur je ein Motor gehört, ist das eine Ende jedes Kuppelrahmens an einer Hilfskurbelwelle aufgehängt, wobei gleichzeitig der Rahmen geneigt und so eine bedeutende Überhöhung der Vorgelegewelle über die Treibachsmitte verwirklicht werden konnte. Die konstruktive Umkehrung des Kuppelrahmens, die Schlitzkuppelstange, welche an zwei Treibachsen hängt und mittels dazwischenliegenden Gleitsteins von der Vorlegewelle des Motors angetrieben wird, hat häufige Anwendung gefunden. Schon die Drehstromlokomotiven der Bahn Burgdorf—Thun (1910 von B B C)

weisen sie auf, ferner die 1920 gebauten 1 B-B 1-Lokomotiven der Berner Dekretsbahnen von Brown-Boveri & Cie. und Oerlikon. Die Bundesbahnen haben 1919 eine von zwei Probelokomotiven für Personenzüge der Bauart 1 B-B 1, welche der erwähnten Dekretsbahnlokomotive ähneln, ebenfalls mit Schlitzkuppelstange und etwas überhöhter Vorgelegewelle bauen lassen, bei der anschliefsenden Reihenbestellung auf diese Gattung aber gewöhnliche Kuppelstangen mit Unterteilung durch je ein Gelenk und ohne Wellenüberhöhung gewählt (Abb. 9), eine Entwicklung, die man auch bei der Reichsbahn beobachten konnte. Seit 1921 erproben die Bundesbahnen den gesonderten Antrieb jeder Treibachse ohne Kuppelgestänge nach verschiedenen Bauformen.

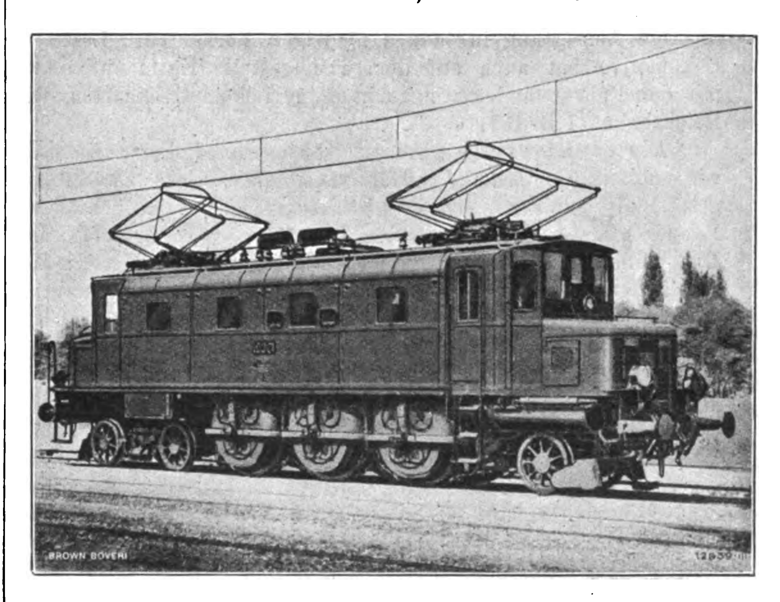
Abb. 9. 1 B-B 1 Schnellzuglokomotive der S. B. B. (Gotthardstrecke).



Der Brown-Boveriantrieb (Buchli) mit einem Motor je Achse und einseitigen Vorgelegerädern auf fest am Rahmen aufgehängten etwas überhöhten Lagerbolzen ist an einer Reihe Schnellzuglokomotiven 2 A A A 1 (Abb. 10) vertreten. Eine Versuchsschnellzuglokomotive 1 A A 1-1 A A 1 besitzt an einem Triebgestell denselben Antrieb, am andern den von Tschanz, welcher doppeltes Zahnradvorgelege und eine Kardangelenkwelle zwischen dem am Rahmen gelagerten Zahnrad und der Treibachse zum Merkmal hat. Die Reichsbahn erprobt diese Triebwerksform, die auf den ersten Blick grofse Gewichte und viele, sich abnutzende Gelenke erkennen läfst, nicht, wohl aber den Brown-Boveriantrieb und demnächst auch den schon länger bekannten Einzelachs-Antrieb mit Hohlwelle auf der Treibachse und Federung zwischen diesen beiden, den die Schweizer Bundesbahnen in Verbindung mit elektrischer Ausrüstung der Société Anonyme des Ateliers de Sécheron in Genf, an zahlreichen Schnellzug- und Personenzuglokomotiven haben ausführen lassen (Bauarten 1 A A A 1 und 1 A A 1-A A 1, (Abb. 11). Bedingung war hierbei die Zuordnung je zweier, kleiner Motoren zu jeder Treibachse (wie die Abb. 11 der auseinandergenommenen Lokomotive wiedergibt), da ein Einzelmotor der Hohlwellenabmessungen wegen nicht den zu ausreichender Leistung (600 bis 1000 Dauer-PS je Achse) erforderlichen Durchmesser bekommen konnte. Dafs die Schweiz diesen Westinghouseantrieb nur für schneller fahrende Lokomotiven verwendet, liegt ebenfalls an den für ihn gegebenen günstigen Abmessungs- und Übersetzungsverhältnissen. An langsam laufenden Lokomotiven hat man bei der Reichsbahn in jüngster Zeit recht gute Erfahrungen mit Tatzenmotoren (Strafsenbahnform) gemacht, die wir bei schweizerischen Lokomotiven bisher nicht vorfinden. Besonders für Verschiebelokomotiven wäre dies wohl die billigste und geeignetste Bauform gewesen.

Weniger vielgestaltig ist in der Schweiz der Zusammenbau der Fahrzeugteile jeder einzelnen elektrischen Lokomotive. Es gibt dort nur zwei Grundformen, das einteilige Fahrzeug mit Lagerung aller Treib- und Kuppelachsen in einem gemeinsamen Rahmen, sowie nach den Gleisbögen einstellbaren Laufachsen (Einzelachsen meist in Deichselgestellen oder zweiachsige Drehgestelle), wo solche vorhanden, und die »Brückenbauart«, bei welcher zwei gleiche Triebgestelle durch eine Brücke verbundeu sind, welche den Transformator und die Steuerung trägt und meist auch den gesamten Gehäuseaufbau. Die erstere, einteilige Grundform ist vertreten durch die alten Simplonlokomotiven, die 1 E 1-Lötschberglokomotiven (Abb. 12), die 1 C 1 und 2 C 1 - Personen- und Schnellzuglokomotiven, sowie die 1 C Verschiebelokomotiven der Bundesbahnen und sämtliche zwei- bis vierfach gekuppelten Schmalspurlokomotiven der Rhätischen Bahngesellschaft. Alle anderen hier behandelten Lokomotiven besitzen Triebgestelle mit Brücke. In besonders ausgeprägter Form zeigt dies die B-B-Lokomotive*) der Bahn Burgdorf—Thun, bei welcher der Kastenaufbau zwischen zwei weit auseinandergezogenen Triebgestellen hängt. Bei den Bundesbahnlokomotiven herrscht der lange, bis an die Pufferbohlen oder nahezu bis zu diesen reichende Kastenaufbau vor.

Abb. 10 2 A A A 1-Schnellzuglokomotive der S. S. B. mit Einzelachsantrieb, Bauart Buchli.

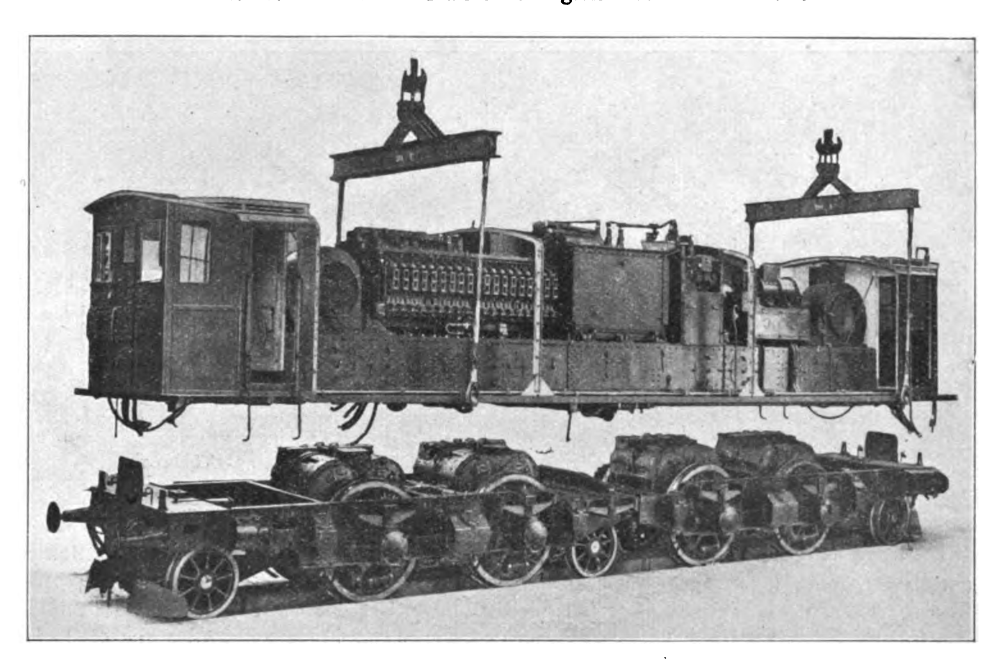


*) B B C - Mitteilungen 1922, Seite 79.

Dasselbe gilt für die Dekretsbahnlokomotiven. Die Zug- und Stofsvorrichtungen sind stets an den Triebgestellen angebracht. Auch dort, wo noch kleine Vorbauten zur Unterbringung von Ausrüstungsteilen auf den Triebgestellen vorhanden sind, ist durch deren Spaltung oder durch einen Umgang dafür gesorgt, dafs ein Übergang aus den Führerräumen zum Zuge möglich ist, wie er für die auch in der Schweiz verbreitete Einmannbesetzung elektrischer Lokomotiven nötig ist. Alle Lokomotiven und die C-C-Lokomotiven der Rhätischen Bahn haben daher Türen in den Stirnwänden der Führerstände. Im allgemeinen ergibt diese Bauart geräumige Innenräume, aber wegen der Länge der Brücken hohe Gewichte. Kurze Brücken sind daher aus Nachbarländern in die Schweiz laufen und nicht für elektrische Heizung eingerichtete Wagen enthalten.

Über die zweckmäfsigste Stufensteuerung der Fahrmotoren scheint noch keine einheitliche Entscheidung vorzuliegen. Die von Brown-Boveri gelieferten Lokomotiven (u. a. 1B-B1, 2AAA1 der Bundesbahnen, 1B-B1 der Berner Dekretsbahnen, C-C der Rhätischen Bahn) besitzen den bekannten, auch bei der Reichsbahn mehrfach verwendeten Schlittenschalter, reihenförmig auf den Transformator angebrachte Kontakte, über die mittels Schraubenspindel Schaltbürsten entlangbewegt werden. Die Unterbrechung des Stroms besorgen durch Kurbeln angetriebene Abreifsschalter, an einer allen Stufen

Abb. 11. 1AA1-AA1 Personenzuglokomotive der S. B. B.



bei den 1C-C1-Oerlikonlokomotiven und der 1AA1-1AA1 Brown-Boveri-Lokomotiven ausgeführt worden. Die Führerstände liegen bei ersterer dicht vor dem Transformator, die sonstige Ausrüstung in langen niedrigen Vorbauten. Letztere Lokomotive hat auch auf dem Triebgestelle Kastenaufbauten mit den Führerständen wie auch einige Lokomotivbauarten der Reichsbahn (1B-B1, C-C).

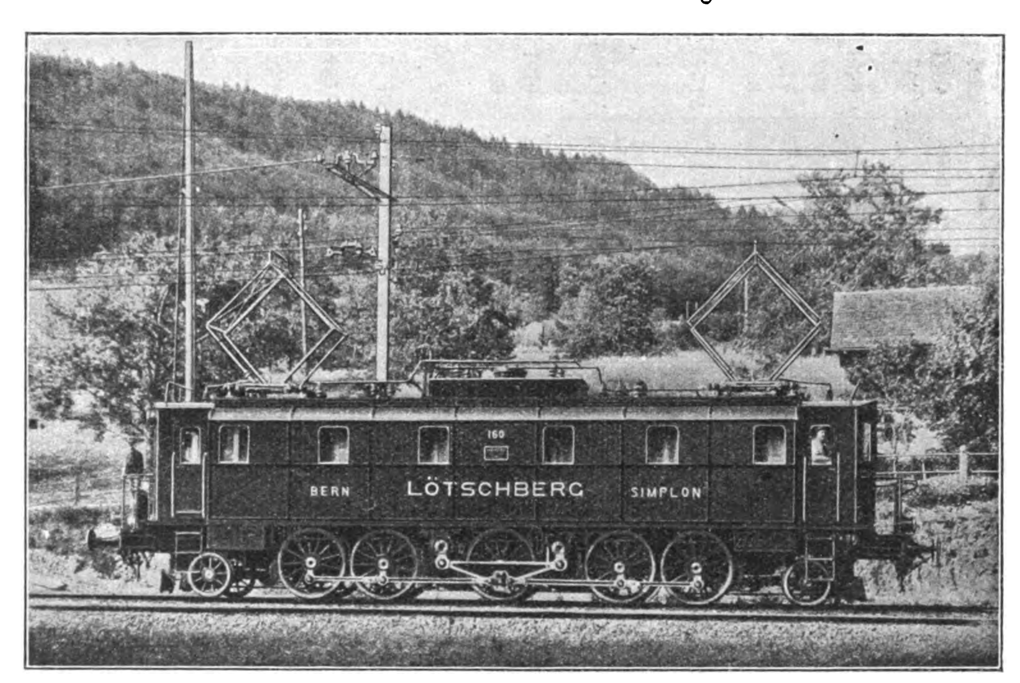
Die elektrischen Ausrüstungen sind naturgemäfs wie auch in Deutschland etwas verschiedenartiger zusammengesetzt als der Fahrzeugteil. Es kommt jedoch den Schweizer Bahnen zugute, dafs nur drei elektrische Grofsfirmen für die Durchbildung und Lieferung in Betracht zu ziehen sind: die A.-G. Brown-Boveri & Cie. in Baden, die Maschinenfabrik Oerlikon und die Société Anonyme des Atéliers de Sécheron in Genf. Zur Erleichterung der Unterhaltung hat man auf einheitliche Einzelteile bei verschiedenen Lokomotivbauarten gehalten. Über die Einzelteile ist folgendes zu bemerken, wobei hier nur auf die Einphasen-Ausrüstungen eingegangen sei, da die Drehstromzugförderung nur in geringen, zum Teil sogar abnehmendem Umfange, mit nicht mehr neuartigen Fahrzeugen betrieben wird.

Die Stromabnehmer der gewöhnlichen Scherenbauart weisen eine der Tunnel wegen sehr schmale Bügelbreite auf. Als Transformatoren sind bei den Bundesbahnen ausschliefslich solche mit Ölkühlung in Gebrauch, die Rhätische Bahngesellschaft besitzt dagegen auch Lufttransformatoren. Sie haben Stufenanzapfungen für die Spannungsregelung der Motoren, wobei auch Anschlüsse zur elektrischen Heizung der Züge dienen (rund 800, 1000, 1100 Volt Heizkörperspannung). Mit Dampf (Heizkesselwagen) werden nur Züge geheizt, die gemeinsamen Stelle. Der Führer betätigt diesen Stufenschalter durch eine Handkurbel mit wagrechter Welle. Von der Maschinenfabrik Oerlikon wurde für die Lötschbergbahn anfänglich ein Stufenschalter geliefert, bei dem eine Kontaktwalze durch einen ständig laufenden Schaltmotor und ein vom Führer ein- und ausrückbares Klinkwerk gedreht wurde. Dieser Walzenschalter wurde für die neuen 1C-C1 Gotthardlokomotiven so umgebildet, dafs er durch einen nur beim Weiterschalten in Gang zu setzenden Steuermotor bewegt wird. Einige Lokomotiven dieser Gattung haben einen abweichenden Stufenschalter derselben Firma erhalten, der von Hand gesteuert wird und die Schaltverbindungen durch Hebelschalter herstellt. Diese werden durch Nocken auf einer Steuerwelle betätigt. Man legt Wert auf leichten Gang dieser Steuerung, damit ihre Handhabung den Führer nicht anstrengt. Auch hier ist die Funkenlöschung ebenso wie bei Brown-Boveri & Cie. an eine einzige, zur Instandhaltung leicht zugängliche Stelle gelegt. Auch die 2C1-Schnellzuglokomotiven von Oerlikon haben einen solchen Stufenschalter erhalten, der nach Bedarf von Hand oder auch elektromotorisch bewegt werden kann. Die Dekretsbahn-Lokomotiven (1B-B1) mit Oerlikon-Ausrüstung besitzen diese Steuerung ebenfalls. Die Sécheron-Ausrüstungen (1AAA1 und 1AA1-AA1-Lokomotiven der Bundesbahnen) werden durch Druckluftschützen gesteuert (Abb. 13). Die Zu- und Abströmung der Luft an den Druckluftzylindern wird durch elektromagnetische Ventile von einem gewöhnlichen Walzenfahrschalter aus geregelt. Für die Fahrtrichtungsschalter findet sich, wie auch in Deutschland, allgemein Druckluftbetätigung, mit elektromagnetischen Steuerventilen. Diese verschiedenen Steuerungseinrichtungen erfordern natürlich von

einander abweichende Betätigungsvorrichtungen für den Lokomotivführer. Die Bundesbahnen haben aber dahin gewirkt — wie auch die deutsche Reichsbahn —, dafs im übrigen möglichst übereinstimmende Führerstandseinrichtungen gebaut werden.

Die Fahrmotoren sind bei allen neueren Einhpasenlokomotiven der Schweiz Reihenschlufs-Motoren mit Wendepol- und Kompensationswickelungen. Zur Erzielung der für das Wendefeld erforderlichen Phasenverschiebung ist ein Ohmscher Widerstand zu ihm parallel geschaltet. Wo Doppelmotoren auf ein gemeinsames Zahnrad arbeiten, pflegen sie hintereinander geschaltet zu werden. Doch findet sich auch bei nicht gekuppelten Einzelmotoren wie bei der 1 A A 1-1 A A 1-Lokomotive (Abb. 8) den mit Kühlrippen versehenen Transformatorkesse in einen oben offenen Schacht, in den von unten her zwei Lüfter blasen. Die von Sécheron gelieferten 1 A A A 1 und 1 A A 1-A A 1 Lokomotiven haben einen von Gebläseluft durchströmten Röhrenkühler erhalten, der am Deckel des Transformatorkessels aufgehängt ist und in die oberen, warmen Schichten des Öls hineingetaucht ist. Die 2 A A A 1-Schnellzuglokomotiven haben unter der einen Seite des Gehäuseaufbaus frei aufgehängte Kühlschlangen und Ölumlauf durch Kreiselpumpe erhalten. Auch die 1 A A 1-1 A A 1-Schnellzuglokomotive (ebenfalls von Brown-Boveri & Cie. stammend) hat unter dem Brückenteil angeordnete Kühlschlangen, die aber

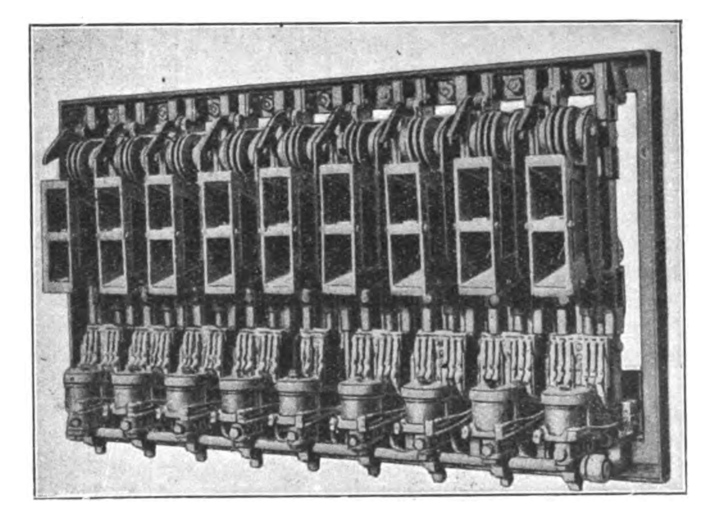
Abb. 12. 1 E 1 Lokomotive der Lötschbergbahn.



die Reihenschaltung. Die Motoren haben ausnahmslos künstliche Kühlung durch selbständig angetriebenen Lüfter. Die von Brown-Boveri gebauten Motoren besitzen ferner Widerstandsverbindungen besonders erwärmungssicherer Bauart zwischen den Kommutatorstreifen und den Ankerleitern, wodurch bei guter Stromwendung eine unempfindliche haltbare Kommutatorbauart ermöglicht wird.

Auf die Ausführung der bei den heutigen elektrischen Lokomotiven besonders wichtigen Kühleinrichtungen sei noch hingewiesen. Die soeben erwähnten Motorlüfter pflegen zusammen mit ihrem Antriebsmotor auf die Fahrmotoren aufgesetzt zu werden. Bei Doppelmotoren sind auch doppelte Gebläse mit gemeinsamem Motor vorhanden. Da bei den Lokomotiven mit mehreren kleineren Motoren, wie bei den von Sécheron gelieferten, eine so weitgehende Unterteilung der Lüfter unzweckmäfsig wäre, ist hier (1 C 1 und 1 A A 1-A A 1) ein gemeinsamer Kühlluftkanal für alle Fahrmotoren eingebaut, in den zwei grofse Kreisellüfter hineinblasen (Abb 11). Bei der 2 A A A 1-Schnellzuglokomotive von Brown-Boveri & Cie. ist zwar für jeden Fahrmotor ein besonderer Lüfter vorhanden; diese werden jedoch mittels einer langen Welle von einem gemeinsamen Motor bewegt, der gleichzeitig den Ölumlauf des Transformators betätigt. Die Transformatoren, welche bei den Bundesbahnen und Berner Dekretsbahnen durchweg Ölfüllung besitzen, werden in verschiedener Weise gekühlt. Bei den 1 B-B 1-Gotthardlokomotiven wird das Öl von einer Zahnradölpumpe mit senkrechter Welle durch Röhrenbündel, aufsen an den Seitenwänden des Lokomotivgehäuses getrieben und durch den Luftzug bei der Fahrt gekühlt. Die Maschinenfabrik Oerlikon setzt bei den 1 C-C 1-Gotthardlokomotiven in Gehäusen liegen und durch zwei Lüfter gekühlt werden. Diese sowie die zugehörigen Ölumlaufpumpen werden durch einen gemeinsamen und daher genügend dauerhaft bemefsbaren Motor betrieben. Bei den Berner Dekretsbahnen ist für die

Abb. 13. Schützengruppe für Druckluftbetätigung.



1 B-B 1-Oerlikon-Lokomotiven auf künstliche Kühlung der Transformatoren verzichtet und diesen eine entsprechende Gröfse gegeben worden. Die gleichen Lokomotiven hat Brown-Boveri mit einem besonderen Ölkühler versehen, dessen in einen Kasten

Elektrische Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen. | der Schweizerischen Privatbahnen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Achsfolge . . .	1 AAA 1	2 AAA 1	2 C 1	1 AA 1-1 AA 1	1 B-B 1	1 AA 1-AA 1	1 C-C 1	1 C 1	D	C-C	1 E 1	1 B-B 1	1 B 1	1 D 1	C-C
Verwendungsart	Schnellzuglokomotiven				Personenzuglok.		Gebirgs-Güterzug-lok.	Schnellzuglok.		Bern—Lötschberg Simplon		Berner Dekrets-bahnen	Rhätische Bahngesellschaft 1 m Spurweite		
Gattungszeichen	Ae 3/5 I	Ae 3/6 I	Ae 3/6 II	Ae 4/8	Be 4/6 I	Be 4/7 I	Ce 6/8 II	Ae 3/5	Ae 4/4	Einphasenstrom					
Erbauer der elektrischen Ausrüstung[1]	Sécheron	B. B. C.	Oerlikon	B. B. C.	B. B. C.	Sécheron	Oerlikon	B. B. C.	B. B. C.	Oerlikon	B. B. C. u. Oerlikon	B. B. C. u. Oerlikon	B. B. C.	Oerlikon	Oerlikon
Anzahl im Betrieb u. im Bau	26	46	50	1	40[2]	6	33[3]	2	4	1	13	14	7	5[4]	10
Dienst-gewicht: elektr. Teil t	41,6	42,1	43,1	55,1	49,9	55,5	55	Drehstrom-lokomotiven für den Simplontunnel		44	59	35	17,8	25,9	27,8
Dienst-gewicht: Wagenteil t	39.5	50,2	55,4	71,7	61,5	55	73			46	48	33,5	18,9	30,4	38,4
Dienst-gewicht: gesamt . t	81,1	92,3	98,5	126,8	111,4	110,5	128			90	107	68,5	36,7	56,3	66,2
Reibungsgewicht . . . t	55,5	55,3	55,3	72,9	80,2	73,9	103,9	—	—	90	87	48,4	21,8	43,6	66,2
Vorgeschriebenes Zuggewicht (ohne Lok.) . t	480	480	480	300 . 430	300	301 . 430	300 . 480 [430]	—	—	—	—	310 . 180	130 . 70	325 . 136	316 . 216
Auf Steigung . . . ‰	2 . 10	2 . 10	2 . 10	26	26	26	10 . [26]	—	—	—	—	15 . 25	15 . 45	15 . 45	15 . 45
Bei Fahrgeschwindigkeit . . . . . km/h	90 . 65	90 . 65	90 . 65	50 . 35	50	50 . 35	65 . 50 [35]	—	—	—	—	35	28	30	33 . 30
Gröſste Fahrgeschwindigkeit . km/h	90	90	90	90	75	75	65	80	80	60	75	60	45	45	45
Treibraddurchmesser mm	1610	1610	1610	1610	1530	1610	1350	1640	1250	1350	1350	1230	1070	1070	1070
Laufraddurchmesser mm	930	930	930	930	930	930	930	850	—	—	850	850	710	710	—
Antriebsart	Westinghouse	B. B. C.	Kuppelrahmen	B. B. C. und Tschanz	Gelenkstangen	Westinghouse	Kuppelrahmen	Kuppelrahmen	Stangen	Schrägstangen und Zahnräder	Kuppelrahmen und Zahnräder	Kuppelrahmen und Zahnräder	Stangen ohne Zahnräder	Stangen und Zahnräder	Schrägstangen und Zahnräder
Übersetzung	1 : 5	1 : 2,57	1 : 2,224	1 : 2,57	1 : 3,195	1 : 5,7	1 : 4,08	Keine Zahnradübersetzung		1 : 3,25	1 : 2,23	1 : 3,86	—	1 : 4,2	1 : 4,34
Zahl der Motoren . . .	3 × 2	3	2	4	4	4 × 2	4	2	2	2	2	2	1	2	2
Polzahl der Motoren . .	6	14	14	14	12	6	12	—	—	—	—	12	—	—	12
Gröſste Motorspannung V	660	505	380	505	505	660	400	—	—	420	520	500	1000	300	500
Dauerleistung . . . PS	1560	1650	1665	2200	1780	2080	1820	—	—	—	—	—	—	—	—
Bei Fahrgeschwindigkeit . . . . . km/h	68	65	75	65	56	60	40	—	—	—	—	—	—	—	—
Stundenleistung	1800	1890	2000	2520	2040	2400	2240	800	1300	2000	2500	1290	300	800	1200
Bei Fahrgeschwindigkeit	63	61	65	61	52	56	36	35	35	42	50	40	28	30	30

1) Alle Wagenteile sind von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur erbaut.
2) Ferner zwei ähnliche Probelokomotiven von Brown-Boveri & Cie. (B. B. C.) und Oerlikon.
3) Ferner eine ähnliche Probelokomotive von B. B. C.
4) Ferner eine ähnliche Lokomotive von der A E G. und zwei von B. B. C.

im Lokomotivinnern eingebaute Rohre durch einen Lüfter gekühlt werden, der mit der Ölumlaufpumpe gemeinsamen Antrieb besitzt. Die Rhätische Bahngesellschaft hat bei ihren C-C-Lokomotiven Trockentransformatoren mit Gebläsekühlung im Gebrauch.

Hiermit sind die wesentlichsten für die Bauart der Schweizer elektrischen Lokomotiven kennzeichnenden Grundzüge angedeutet. Die einzelnen Zahlen über Gewichte, Leistungen usw. der wichtigeren Gattungen sind in der Zusammenstellung auf Seite 228 aufgeführt. Nicht von vornherein für die Schweiz gebaute Lokomotiven sind nicht berücksichtigt. Eine Sammlung von Veröffentlichungen über diese Lokomotiven findet sich im Sonderheft über «Triebfahrzeuge» der Schweizerischen Technikerzeitung (1922 Nr. 48—51). Ferner sei auf den Aufsatz von Sachs über die Elektrisierung der Gotthardbahn in der E. T. Z. (1921 Heft 1—6) verwiesen.

II. Triebwagen.

Für den Personen-Nahverkehr sind zwei verschieden grofse Arten von Triebwagen dritter Klasse eingeführt: Der gröfsere Wagen mit Einstieg in der Mitte und an den Enden ist sechsachsig. Er ist im Organ 1923, Seite 234, bereits beschrieben worden. Daneben sind noch einige kleinere Triebwagen vorhanden, die nur vier Achsen haben, sonst aber dem Vorerwähnten entsprechen; ihre Motorleistung ist um rund 20 v. H. geringer und das Leergewicht etwa 55 t, Ölumlaufkühlung fehlt bei ihnen.

D. Kosten- und Betriebsfragen.

Nach dem Stande des Jahres 1923 werden die gesamten Elektrisierungskosten für den im Abschnitt A wiedergegebenen Bauplan bis Ende 1928 (1566 km) auf etwa 760 Millionen Frks. geschätzt. Hiervon haben die Bundesbahnen selbst 700 Millionen Frks. aufzubringen, während 60 Millionen, wie oben erwähnt, auf Staatskosten übernommen worden sind. Die 700 Millionen verteilen sich in folgender Weise auf die einzelnen Bestandteile der Anlage:

a) Wasserkraftwerke der Bundesbahnen mit einer Leistung von jährlich 430 Mill. kWh
150 Mill. Fr. = 21,4%.

b) Fernleitungen, im ganzen 1100 km, davon 60 km als Kabel an der Gotthardbahn
55 Mill. Fr. = 7,9%,

c) 25 Unterwerke, 60/15 kV einschliefslich zweier Hauptverteilungsstationen 135/60 kV, sowie Ausbau der Werkstätten in Bellinzona, Zürich und Yverdon für elektrische Lokomotivunterhaltung, und die erforderlichen Umbauten in den Betriebswerkstätten
60 Mill Fr. = 8,6%,

d) Fahrleitungen einschliefslich der zugehörigen Verstärkungs- und Speiseleitungen, sowie der Fahrschienenverbinder für 1544 km Einphasenleitung und 22 km Drehstromleitung entsprechend 3600 km Gleislänge mit etwa 380 Bahnhöfen und Haltepunkten
125 Mill. Fr. = 17,9%,

e) Einzelausgaben für Unvorhergesehenes, für den Erwerb von Wasserkraftnutzungen einschliefslich solcher für zukünftige Kraftanlagen, Kosten für die Bauleitung, Versuche, Entwürfe usw., Senkung von Gleisen in Tunneln, Hebung von Überführungen zur Durchführung des Fahrdrahtes, Änderungen an den Bahnhofshallen usw., sowie Verlegung von Schwachstromleitungen
100 Mill. Fr. = 14,2%

f) Fahrzeuge (Lokomotiven und Triebwagen), wobei vorsichtigerweise 9 elektrische an Stelle von 10 Dampflokomotiven gerechnet worden sind, eine Schätzung, die nach heutigem Urteil wohl sehr zu ungunsten des elektrischen Betriebes gegriffen ist. Kosten für Einrichtung elektrischer Zugheizung
210 Mill. Fr. = 30%.

Die Teuerung infolge des Krieges und in der darauf folgenden Zeit ist hierbei berücksichtigt. Die Kosten für Umlegung von Schwachstromleitungen tragen die Bundesbahnen für ihre eigenen Leitungen selbst, für die Leitungen der Post- und Telegraphenverwaltung jedoch nur zum dritten Teil, da ein altes Gesetz das Recht der Post- und Telegraphenverwaltung auf Mitbenutzung des Bahnkörpers für ihre Leitungen festgelegt hatte und daher für diese Regelung der Kostenverteilung mafsgebend war.

Durch die Einführung des elektrischen Betriebes sind folgende Abkürzungen der Fahrzeiten für Personen- und Schnellzüge laut Fahrplan erzielt worden:

	Schnellzug	Personenzug
Luzern—Chiasso	41	39
Chiasso—Luzern	44	48
Luzern—Basel	10—13	5—8
Basel—Luzern	10—15	16—19
Bern—Thun	5	7
Thun—Bern	5	8

Der Stromverbrauch belief sich auf der Gotthardstrecke (Erstfeld—Bellinzona) allein zunächst auf 37,3 Wh/tkm. Bei Hinzunahme der übrigen, weniger bergigen Streckenabschnitte zwischen Luzern und Chiasso sank der Verbrauch auf 35,7 Wh/tkm. Im Jahre 1923 lieferten die Werke Amsteg und Ritom für eine Betriebsstrecke von 412 km und 197 km Fernleitungen eine Arbeitsmenge von 63,9 kWh, gemessen in 15 kV am Kraftwerk. Dies ergab 38,2 Wh/tkm einschliefslich Zugheizung und einschliefslich der Transformierungs- und Leitungs-Verluste, jedoch ausschliefslich Belieferung von Werkstätten, Kühlwasserförderung, Unterwerksheizung und sonstigem Nebenverbrauch. Diesen Zahlen der Bundesbahn seien die der Lötschbergbahn und der Rhätischen Bahn gegenübergestellt. Im Durchschnitt der Jahre 1917—1918 verbrauchte die Lötschbergbahn im Winter 53,5, im Sommer 48,5 Wh/tkm. Die Rhätische Bahn verbrauchte für dieselben Zeitabschnitte 58 und 47 Wh/tkm. Bei ersterer fällt die Zugheizung kaum ins Gewicht, da die meisten schwereren Züge mittels Kesselwagen durch Dampf geheizt werden und also nur der Arbeitsaufwand für das Mitführen dieser Wagen zu rechnen ist. Bei der Rhäthischen Bahn dagegen wird ausschliefslich elektrisch geheizt; aufserdem sind ihre Strecken durch starke Schneefälle im Winter schwerer zu befahren. In runden Zahlen beträgt der Mehrverbrauch im Winter 10% gegenüber dem Sommer auf der Lötschbergbahn, dagegen 23% auf der Rhätischen Bahn.

Bei den Bundesbahnen kann man während des Winters auf einen Heizstromverbrauch von 120—130 Wh/Achskm rechnen, gemessen in 1 000 Volt auf der Lokomotive. Die anfänglich verwendeten Elektrodenheizkessel sind in neuerer Zeit wieder aufgegeben worden.

Insgesamt ist zu sagen, das die Betriebsergebnisse und Betriebskosten, besonders aber auch die Unterhaltungskosten noch kein mafsgebendes Bild zeigen, da die elektrische Zugförderung in der Schweiz erst verhältnismäfsig kurze Zeit im vollen Betriebe steht und sich auch noch stark in der Entwicklung befindet. Wie oben angedeutet, mufsten zugunsten beschleunigten Ausbaues der Anlagen manche Versuchs- und Betriebsergebnisse, die man wohl gern abgewartet hätte, aufser acht gelassen und zu dem, was im Augenblick sich als das vorteilhafteste bot, gegriffen werden. Die aufserordentlich lehrreiche und in kürzester Zeit durchgesetzte Einführung des elektrischen Bahnbetriebes in der Schweiz kann als Vorbild dienen, wie man eine neue, von Grund aus umwälzende Betriebsform ohne langes Probieren und Rechnen durchführen kann und dabei dem Lande volkswirtschaftlich die besten Dienste zu leisten imstande ist.

Die Elektrisierungsfrage in Holland.

Nach einem im Dezember 1921 gehaltenen Vortrag von **J. J. van Loenen Martinet** (Utrecht) und einigen weiteren Angaben desselben bearbeitet von Regierungsbaurat **H. Ebert.**

Man ist geneigt anzunehmen, dafs die elektrische Zugförderung hauptsächlich für Länder mit reichen Energieschätzen in Frage kommt. Dafs aber auch Länder ohne Wasserkräfte und natürliche Brennstofflager die Vorteile der elektrischen Zugförderung sich zunutze zu machen versuchen, beweist Holland, für dessen Bahnen die Frage der Elektrisierung eingehend untersucht worden ist.

Die Niederlande verbrauchten im Jahre 1913 etwa insgesamt 10 Millionen t Kohlen, wovon etwa 800000 t auf die beiden Eisenbahngesellschaften, welche zusammen fast das ganze holländische Netz betreiben, trafen. Würde das ganze Netz dieser beiden Gesellschaften für die elektrische Zugförderung eingerichtet werden, so könnten etwa 40 % des Kohlenbedarfes eingespart werden. Es wäre aber für den Bau des Oberleitungsnetzes und der Unterstationen, sowie für die Beschaffung der Fahrzeuge ein Kapital von ungefähr 400 Millionen Gulden nötig, wobei die Baukosten für die Kraftwerke, die Hochspannungsleitungen, die Einrichtung von Werkstätten und die Abschreibungskosten der überzählig werdenden Lokomotiven noch nicht eingerechnet sind. Gegenüber einer Kohlenersparnis von vielleicht 320000 t, wäre dieser Kapitalaufwand nicht zu rechtfertigen.

Wenn demnach aus dem Grunde der Kohlenersparnis die Elektrisierung des gesamten holländischen Netzes für die nächste Zeit durchaus noch nicht in Frage kommt, so mufs dennoch bei der Wahl des Systems für die jetzt bereits zu elektrisierenden Strecken auf die zukünftige Ausdehnung der elektrischen Zugförderung auf alle Strecken Rücksicht genommen werden, um Einheitlichkeit im Ausbau herbeizuführen.

Für die Elektrisierung der holländischen Bahnen spricht also weniger die zu erwartende Einsparung an Brennstoffen als vielmehr folgender Grund, der bereits im Jahre 1917 in einem Vortrag von P. A. Arriens eingehend dargelegt worden war:

Der elektrische Betrieb ist das Mittel, um auf Linien mit stark überwiegendem Lokalverkehr Bahnhöfe und Strecken auf höchstmögliche Leistungsfähigkeit zu bringen, unter Beibehaltung der Gleisanlagen der Bahnhöfe und der höchstzulässigen Geschwindigkeit. Im einzelnen belegt Arriens seine Meinung mit folgenden Sätzen:

»Die Fahrzeit wird kürzer, weil der Einflufs der höheren Beschleunigung sich besonders auf den Strecken mit häufigen Geschwindigkeitsminderungen und Halten stark bemerkbar machen wird. Die Aufnahmefähigkeit der Strecken wird gröfser, weil der Unterschied der Fahrzeiten zwischen durchfahrenden und anhaltenden Zügen wesentlich kleiner ist als bei Dampfzügen. Da die Aufnahmefähigkeit der Strecke abhängt von den Blockabständen, der Fahrzeit des schnellsten Zuges und dem Unterschied der Fahrzeit zwischen schnellstem und langsamstem Zug, wird die Verringerung dieses Unterschiedes gestatten, mehr Züge fahren zu lassen. Die Aufnahmefähigkeit der Bahnhöfe wird gröfser, weil die Bahnsteige durch das rasche Anfahren schneller freigemacht werden und der folgende Zug infolgedessen rascher herangebracht werden kann. Der Dienst wird sich regelmäfsiger abwickeln und damit ist gröfsere Belastungsmöglichkeit der Strecke gegeben.«

Aus ähnlichen Erwägungen gab die Direktion der holländischen Bahnen im Jahre 1918 an eine Kommission folgenden Auftrag:

Unter der feststehenden Annahme, dafs der Verkehr, wie er vor dem Krieg auf den Linien Amsterdam — Amersfort und Amsterdam — Den Haag bestand, bei regelmäfsigen Weiterwachsen besser, d. h. regelmäfsiger und wirtschaftlicher mit elektrischer als mit Dampfzugbeförderung bewältigt werden kann, möchte untersucht werden:

1. Wie soll durch die elektrische Zugförderung, der Verkehr auf den genannten Strecken bedient werden?

a) Welche Dienstregelung erfordert der Nahverkehr, der Fernverkehr und der Durchgangsverkehr?

b) Sollen noch Dampfzüge für die Beförderung von Reisenden beibehalten werden?

c) Wie soll der Güterverkehr, der mit Dampfzugförderung bedient werden soll, eingerichtet werden?

2. Welches soll die Zusammenstellung der verschiedenen Zugarten sein? (Triebwagen, Lokomotiven.)

3. Welche Stromart soll gewählt werden und woher soll der Strom bezogen werden?

4. Sind Bestimmungen nötig für die Errichtung von Gleisanlagen und Bahnhöfen; wenn ja, welche?

5. Alle weiteren Punkte, die sich beim Studium der oben gestellten Fragen ergeben sollten.

Die viergliedrige Kommission erstattete nach einem Jahr ihren Bericht mit folgenden Beschlüssen:

1. Der Lokalverkehr auf den Strecken Amsterdam — Den Haag und Amsterdam — Amersfort soll mit Triebwagenzügen und nicht mit elektrischen Lokomotiven stattfinden.

2. Es ist wünschenswert, gleichzeitig mit der Strecke Amsterdam — Den Haag auch die Strecke Den Haag — Rotterdam über Delft zu elektrisieren.

3. Die Verwendung von Triebwagenzügen, bestehend aus je 5 Fahrzeugen, für den Lokal- und Nahverkehr und von Dampflokomotiven für den Fern- und Durchgangsverkehr, bietet dieselbe Verkehrsaufnahmefähigkeit, wie sie im Juli 1914 gegeben war.

Werden die Triebwagenzüge aus zwei Einheiten (zu je fünf Fahrzeugen) zusammengestellt, so ist eine Verdoppelung der Verkehrsaufnahmefähigkeit für den Lokal- und Nahverkehr zu erreichen, ohne dafs an den Stationseinrichtungen Änderungen zu treffen sind.

4. Die Grundlagen für die geplante Dienstregelung sind:

a) Die Geschwindigkeit der Dampfzüge ist dieselbe wie die der Schnellzüge im Juli 1914 zwischen Amsterdam und Den Haag.

b) Die Geschwindigkeit der Triebwagenzüge, die den Schnellzugdienst ausführen, mit Halten auf den grofsen Stationen, ist die gleiche wie die der Züge unter a.

c) Die Geschwindigkeit der auf allen Zwischenstationen anhaltenden Triebwagenzüge ist so bemessen, dafs das Überholen dieser Züge durch andere Züge auf kleineren Stationen nicht notwendig ist.

5. Die Triebwagenzüge sollen aus Abteilwagen zusammengestellt sein, weil dadurch eine gröfsere Zahl an Sitzplätzen erzielt werden kann und das Aus- und Einsteigen schneller vor sich geht als bei Wagen mit Plattform und Durchgang. Die Züge sollen drei Wagenklassen mit einem Gepäckraum erhalten, während die Post in einem besonderen Raum unter der Aufsicht des Gepäckschaffners befördert werden soll. Die Mitnahme von Fahrrädern, grofsen Koffern usw. ist ausgeschlossen.

6. Die Beförderung eines Teiles der Post, von Fahrrädern, sperrigem Gepäck und Exprefsgut geschieht durch gleichzeitig verkehrende Schnellgüterzüge.

7. Der Güterverkehr ist nach einigen Ausscheidungen in die Nachtzeit zu verlegen.

8. Wenn aus der Elektrisierung alle Vorteile gezogen und die Nachteile eines gemischten elektrischen und Dampfbetriebes eingeschränkt werden sollen, mufs auf die elektrische

Zugförderung im Lokal- und Nahverkehr der Linien Amsterdam—Rotterdam und Amsterdam—Amersfort die Elektrisierung nach den Kopfstationen Zandvoort — Imuiden — Zeist und Utrecht, ferner der Strecken Amsterdam — Haarlem, Beverwijk — Krommenie — Amsterdam möglichst bald folgen; daneben ist der Ersatz der Dampfzugförderung auf den elektrisch eingerichteten Strecken durch Erproben von elektrischen Schnellzug- und Güterzuglokomotiven vorzubereiten.

9. Als Stromart wird der Einphasen-Wechselstrom mit einer Betriebsspannung von 15000 Volt und 16 $^2/_3$ Perioden empfohlen.

10. Die elektrische Arbeit soll nicht aus besonders für den Bahnbetrieb zu erbauenden Kraftwerken geliefert werden, sondern durch die Kraftwerke der Landeselektrizitätsversorgung.

11. Das für die Hauptlinien empfohlene Stromsystem weicht von dem der Linie Rotterdam — Haag — Scheveningen ab, die mit 10000 Volt 25 Perioden betrieben wird; diese Linie müfste deshalb ebenfalls auf die gewählte Stromart übergehen.

Die Leitung der niederländischen Bahnen machte sich in der Hauptsache das Gutachten zu eigen, beschlofs aber, dafs sich die Einführung der elektrischen Zugförderung zunächst auf die Linie Amsterdam — Rotterdam beschränken solle. Im Hinblick auf die grofse Tragweite der zu fassenden Entschlüsse, die auf viele Jahre die Art und Weise der Elektrisierung festlegen würden, beschlofs die Direktion ferner eine neue Kommission zu bestellen, diesmal auch mit Vertretern des Ministeriums besetzt, die den Auftrag erhielt, die bedeutendsten in der letzten Zeit für elektrische Zugförderung eingerichteten Bahnen zu bereisen, und zu berichten, welche Stromart für die Elektrisierung der holländischen Bahnen in Verbindung mit der Landeselektrizitätsversorgung zweckmäfsig zu wählen sei.

Diese Kommission kam nun in der wichtigsten Frage, der Wahl der Stromart, zu einem anderen Beschlusse wie die vorgehende Kommission. Sie hielt die Verwendung von Gleichstrom mit einer Spannung von 1500 Volt für richtig.

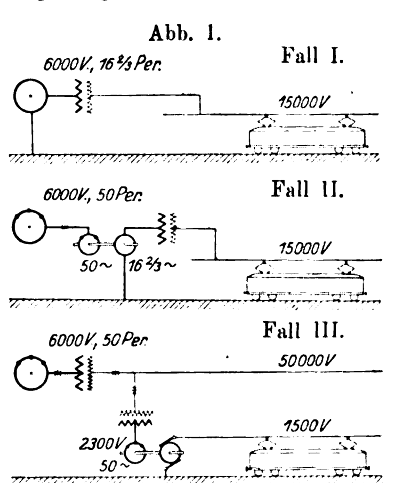
Für diese Entscheidung waren verschiedene Gesichtspunkte mafsgebend. Die Hauptfrage war: Wie und von wo wird die elektrische Arbeit am wirtschaftlichsten und betriebssicher geliefert? Ist es zweckmäfsiger, eigene Bahnkraftwerke zu bauen, oder ist der Anschlufs an die Landeselektrizitätsversorgung günstiger?

Es erschien nicht zweifelhaft, dafs vereinigte Kraftwerke am günstigsten arbeiten, wenn auch zahlenmäfsige Belege für die hier vorliegenden Verhältnisse nicht gegeben, sondern nur allgemeine Gründe angeführt werden konnten. Die Belastungen der Hauptknotenpunkte des Bahnnetzes würden etwa 3—4 Kraftwerke notwendig machen, aber mit Leistungen unter 70—80000 kW. Nach heutiger Ansicht tritt aber beim Wachsen der Kraftwerksleistung erst über diesem Wert keine weitere Verminderung der Betriebskosten mehr ein. Weil der Ausbau des elektrischen Bahnbetriebs nur langsam vor sich geht, könnten die Kraftwerke für lange Zeit nicht in einer Gröfse errichtet werden, die für ein wirtschaftliches Arbeiten notwendig ist. Für ein vereinigtes Kraftwerk fallen ferner die Baukosten niedriger aus und auch die Betriebskosten werden wegen der Personalersparnis und des besseren Ausnützungsfaktors geringer als für zwei getrennte Werke.

In Grofskraftwerken kommt aber nur die Erzeugung von Drehstrom von 50 Perioden in Betracht und damit tritt die Frage der Stromart für den Bahnbetrieb in den Vordergrund. Abb. 1 stellt die 3 Möglichkeiten der Versorgung der Strecke mit elektrischer Arbeit aus einem Kraftwerk der Landeselektrizitätsversorgung dar.

Im Fall I ist angenommen, dafs im Kraftwerk besondere Bahngeneratoren aufgestellt werden, deren Strom nach Umspannung auf 15000 Volt die Oberleitungen der verschiedenen Richtungen speist. Weil im Kraftwerk Generatoren für Drehstrom von 50 Perioden und solche für Einphasenwechselstrom von 16 $^2/_3$ Perioden nebst zugehörigen Reservesätzen und getrennte Stromverteilungsleitungen nötig sind, bleiben von der Vereinigung der beiden Kraftwerke als einziger Vorteil nur noch einige Ersparnisse an Anlagekosten für Gebäude und gemeinschaftliche Kesselreserve und geringe Einsparung an Personalkosten.

Abb. 1.



Fall II sieht im Kraftwerk die Erzeugung von Drehstrom von 50 Perioden und Umformung in Einphasenwechselstrom von 16 $^2/_3$ Perioden vor. Auch bei dieser Anordnung sind besondere Verteilungsleitungen notwendig. An Verteilungsleitungen könnte gespart werden, wenn die für den Bahnbetrieb benötigte elektrische Arbeit aus dem gemeinschaftlichen Netz entnommen und in Unterwerken längs der Strecken umgeformt würde. Jedenfalls sind, wie auch für Gleichstrom rotierende Umformer notwendig und damit geht der Vorteil des Einphasenwechselstroms verloren, der darin besteht, dafs dieses System nur Transformatorenstationen ohne besondere Bedienung mit geringeren Anschaffungskosten und hohem Wirkungsgrad braucht.

Für die Verbindung von Bahnbetrieb und Landeselektrizitätsversorgung erweist sich demnach die Anwendung des Gleichstromes für den Bahnbetrieb als am günstigen, wie im Fall III dargestellt.

Gleich günstig wie gemeinsame Kraftwerke sind auch gemeinsame Hochspannungsleitungen. In Holland mit seinem vielfach weichen Boden machen die Kosten für Mastfundamente einen beträchtlichen Teil der Gesamtbaukosten einer Hochspannungsleitung aus. Wenn auch der Kupferquerschnitt der gemeinsamen Leitung gleich der Summe der Querschnitte zweier getrennt geführter Leitungen sein mufs, fallen doch die Anlagekosten wie auch die Unterhaltungskosten für die gemeinsame Leitung bedeutend niedriger aus als für zwei getrennte Leitungen. Ein besonderer Vorteil gemeinsamer Leitungen liegt noch darin, dafs sich elektrische Zugförderung und Landeselektrizitätsversorgung bei ihrer Ausbreitung gegenseitig unterstützen werden. In dem Umstande, dafs die Bahnen in ihrem Strombezug von fremden Werken abhängig sind, liegt keine Gefahr, denn in einer Reihe von Ländern arbeiten Bahn und fremdes Kraftwerk reibungslos zusammen.

Ein weiterer Gesichtspunkt für die Wahl des Gleichstroms liegt in der Beeinflussung der Schwachstromleitungen.

Wenn auch die Ansichten darüber noch keineswegs geklärt sind und die Lager der Starkstromtechniker und Schwachstromtechniker sich in dieser Frage feindlich gegenüberstehen, so steht immerhin fest, dafs der Einphasenwechselstrom und in wesentlich geringerem Mafse auch der Gleichstrom die Schwachstromleitung störend beeinflussen, wobei beim Gleichstrom noch die Gefahr von chemischen Einflüfsen hinzukommt.

Die Mafsnahmen zur Verhütung von Beeinflussungen der Schwachstromleitungen sind besonders für Einphasenwechselstromleitungen sehr kostspielig. Die Angriffe durch Streuströme sind weniger zu fürchten, weil die Bahnen nur auf verhältnismäfsig kurzen Strecken bebautes Gelände durchschneiden und der Erfolg der gegen sie anzuwendenden Mafsnahmen im voraus überblickt werden kann. Übrigens sind chemische Angriffe ein sehr langsam fortschreitender Vorgang, so dafs unmittelbar eintretende Störungen ausgeschlossen sind. Bei Einphasenwechselstrom dagegen geht ein Teil der sehr

schwer zu beseitigenden Störungen im Schwachstromnetz auf die induktive Wirkung derselben Streuströme zurück, nur kann hier nicht so leicht eingegriffen werden, weil der Weg dieser Ströme nicht feststellbar ist.

Weiterhin spricht zu Gunsten des Gleichstroms, dafs sein Motor für den Bahnbetrieb günstiger ist, als der Einphasenmotor, vor allem weil der Kommutator weniger der Gefahr der Beschädigung ausgesetzt ist. Der Einphasenmotor kommt ferner zu Beginn der Anlaufperiode infolge der veränderlichen Anzugkraft in Schwingungen, wodurch zum mindesten das Lösen von Verbindungen verursacht werden kann. Der Einphasenmotor mit seinem kleinen Luftspalt (2 mm gegen 5 bis 6 mm beim Gleichstrommotor) und der grofsen Zahl von Kohlenbürsten erfordert auch mehr Unterhaltungsarbeit als der Gleichstrommotor. Dasselbe gilt von den übrigen Teilen der elektrischen Einrichtung. Der Besuch von Werkstätten hat die Meinung der Kommission in dieser Beziehung noch gefestigt. Wie aus den von der Kommission gesammelten Zahlen hervorgeht, ist das Gewicht und auch der Preis der elektrischen Einrichtung von Triebwagen für Einphasenwechselstrom um etwa 25 % gröfser als für Gleichstrom. Für Lokomotiven, die sich meist noch im Stadium der Erprobung befinden, ist es noch nicht möglich, zahlenmäfsige Vergleiche anzustellen.

Die Wahl der Stromart übt fernerhin einen grofsen Einflufs aus auf die konstruktive Durchbildung der Stromzuführung. Für Gleichstrom kommt eine Oberleitung oder eine dritte Schiene als Stromzuführung in Betracht. Wegen der vielen schienengleichen Übergänge und des weichen Bodens, der ständiges Unterstopfen der Schwellen erfordert, scheidet für holländische Verhältnisse die dritte Schiene aus. Die Abnützung des Fahrdrahtes wird für Gleichstrom (Gl.) gröfser sein als für Einphasenwechselstrom (E.), weil wegen der höheren Stromstärken der Anprefsdruck des Stromabnehmers gröfser sein mufs als bei E. (etwa 16 kg bei Gl. gegen 5 bis 6 kg bei E.). Sie bleibt aber nach verschiedenen ausländischen Erfahrungen immer noch so gering, dafs sie keine Erschwerung im Betrieb und in der Unterhaltung mit sich bringt. Das gröfsere Gewicht der Leitungen infolge der gröfseren Querschnitte für Gl. wird aufgewogen durch das Gewicht der für E. bedeutend schwerer ausfallenden Isolatoren.

Hinsichtlich der Unterwerke bleibt für E. der Vorteil geringerer Anlage- und Betriebskosten. Doch besteht zur Zeit wenig Aussicht auf eine weitere Entwicklung der E.-Unterstationen, während für Gl. die Gleichrichter und automatischen Unterwerke gute Zukunftsmöglichkeiten haben.

Schliefslich war bei der Wahl der Stromart Rücksicht darauf zu nehmen, dafs wenigstens der gröfsere Teil der benötigten elektrischen Einrichtungen im Lande selbst hergestellt werden könne. Die niederländische Industrie ist aber in Gl.-Einrichtungen leistungsfähiger als in E.-Einrichtungen, für welche sie keinerlei Erfahrung besitzt.

Zusammengefafst läfst sich die Ansicht der Kommission in der Frage der Stromart, die offenbar stark von den Eindrücken ihrer verschiedenen Studienreisen, besonders der nach Nordamerika, beeinflufst ist, wie folgt darstellen:

1. Bei der grofsen Zahl Schwachstromleitungen längs der Bahn, dem beschränkten Raum längs der Bahn und der Schwierigkeit in einem dichtbevölkerten Lande für die Führung dieser Leitungen einen anderen Weg zu finden, tritt bei der Wahl der Stromart der Einflufs auf die Schwachstromleitungen sehr in den Vordergrund.

2. Infolge der sehr kleinen Entfernungen und der sehr grofsen Verkehrsdichtheit kann der Unterschied der Anlage- und Betriebskosten zwischen den beiden Systemen nicht sehr grofs sein.

3. Der Bezug von Strom aus dem Netz der Landeselektrizitätsversorgung ist für die Bahn ein Vorteil, dabei zeigt sich Gleichstrom als günstiger.

4. Der Gleichstrommotor ist einfacher als der Einphasenwechselstrommotor.

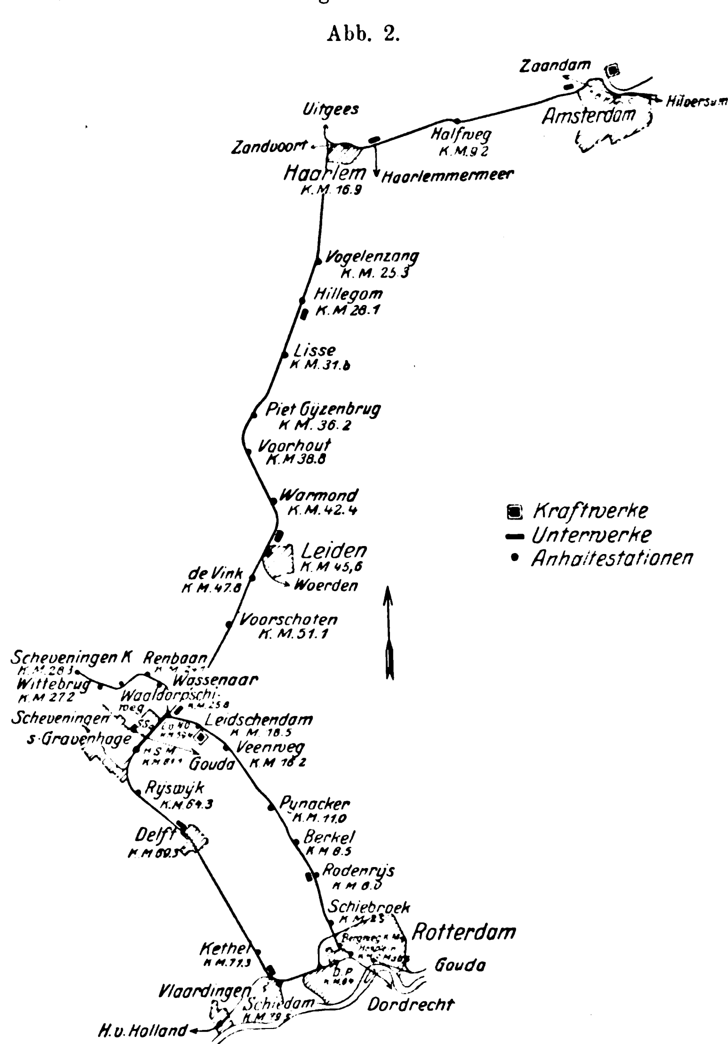
5. Die Entwicklung der automatischen Unterstationen und der Gleichrichter verspricht für den Gleichstrom eine gröfsere Wahrscheinlichkeit für die Verbesserung des ganzen Systems als dies bei Einphasenwechselstrom der Fall ist.

6. Bei der Wahl des Gleichstroms kann ein gröfserer Teil der benötigten Einrichtung in Holland selbst hergestellt werden, als wenn Einphasenwechselstrom eingeführt würde.

7. Aus den genannten Gründen mufs dem Gleichstrom der Vorzug gegeben werden, wenn der Strom von der Landeselektrizitätsversorgung bezogen wird.

8. Diese Gründe treffen aber auch zu, wenn keine Landeselektrizitätsversorgung zustande kommt, weil die Vorteile des Einphasenwechselstroms, die er hinsichtlich der Verteilung bei grofsen Entfernungen und geringer Verkehrsdichtheit besitzt, in Holland nicht zur Geltung kommen können.

Abb. 2.



9. Da in Holland der Betrieb mit Triebwagenzügen eine erhebliche Rolle spielt, soll in dem gegenwärtigen Zeitpunkt der Entwicklung des Gleichstroms eine Spannung von 1500 Volt gewählt werden.

Die elektrische Zugförderung nach den von der Kommission entwickelten Grundsätzen soll nun zunächst auf der Linie Amsterdam — Rotterdam eingerichtet werden. Hierfür ist auch bereits ein Triebwagenzug entworfen, dessen Motoren eine Leistung von 1600 PS aufbringen werden und dessen mittlere

Anfahrbeschleunigung für den Bereich von 0 bis 70 km etwa 0,33 m/sec² und für den Bereich von 0 bis 95 km etwa 0,14 m/sec² betragen wird. Die Verwendung der Triebwagenzüge zu je fünf Fahrzeugen wird eine tägliche Leistung von 10000 Zugkilometer gestatten. Einschliefslich der täglichen Leistung von 6000 Zugkilometer auf der Linie Rotterdam—Haag—Scheveningen ist eine Jahresleistung von 5840000 Zugkilometer oder 1400 Millionen Tonnenkilometer zu erwarten, wofür ein Arbeitsbedarf von ungefähr 60 Millionen kW/Std. erforderlich sein wird.

Entgegen der im vorstehenden wiedergegebenen Meinung der Kommission gedachte die Eisenbahndirektion den gröfseren Teil dieser elektrischen Arbeit in einem bahneigenen Kraftwerk zu erzeugen. Zu diesem Zweck sollte das Kraftwerk der Linie Rotterdam—Haag bei Leidschendam für eine Leistung von etwa 40 Millionen kW/Std. umgebaut werden. Den Rest von 20 Millionen kW/Std. hätte das Elektrizitätswerk Amsterdam liefern sollen. Der Minister versagte aber diesem Plane seine Zustimmung. Es wurde also mit dem städtischen Elektrizitätswerke Haag ein Stromlieferungsvertrag auf vorläufig 5 Jahre abgeschlossen, während der Abschlufs weiterer Verträge mit Rotterdam und Amsterdam noch bevorsteht.

Die Fahrleitung zwischen Haag und Leiden (Abb. 2) ist nahezu fertig. Die Probefahrten auf einem Teil dieser Strecke haben mit dem ersten Versuchszug bereits begonnen, ein zweiter Zug wird in einigen Wochen fertig sein. Die Probefahrten haben den Zweck festzustellen, ob im gleichen Zug die Wagenausrüstungen verschiedener Herkunft gut zusammenarbeiten. Die Erfahrungen, die bei dieser Gelegenheit mit der Fahrleitung gemacht werden, sollen beim weiteren Bau der Strecke verwertet werden.

Bis zum September 1925 mufs die Linie Rotterdam—Haag—Scheveningen auf Gleichstrom von 1500 Volt umgebaut sein. Im Sommer 1927 wird wahrscheinlich der elektrische Betrieb auf der ganzen Strecke Amsterdam—Rotterdam aufgenommen werden können.

Es ist lehrreich, die Gründe, die in den Niederlanden zur Wahl des Gleichstroms geführt haben, an unseren deutschen Verhältnissen nachzuprüfen. Man kommt zu dem Schlusse, dafs bei uns andere Voraussetzungen gegeben sind und dass, abgesehen von einigen Sätzen, über deren Richtigkeit man geteilter Meinung sein kann, dieselben Gründe, die dort dem Gleichstrom zur Seite stehen, für die bei uns getroffene Wahl des Einphasenwechselstromes sprechen.

Der Stand der Elektrisierung in Italien.

Von Dr. Ing. **G. Huldschiner.**

Hierzu Abb. 4 und 5 auf Tafel 22.

Am Südhang der Alpen steht die Wiege der elektrischen Vollbahn-Zugförderung in Europa. Bald nach den ersten grofsen Erfolgen der Amerikaner haben die Italiener das Elektrisierungsproblem angepackt, mit ihren technischen Beratern auf neuen Wegen gelöst und 1902 rollte die erste grofse elektrische Lokomotive das Veltlintal hinab, den prangenden Garten zwischen Engadin und Comosee.

Die Verhältnisse lagen in Oberitalien und der Schweiz günstiger als in irgend einem anderen Teile Europas. Kurze, krümmungsreiche, gebirgige Bahnstrecken mit schweren Steigungen, grofse Entfernungen von den Kohlenlagern, Überflufs an für den Ausbau geeigneten Wasserkräften, bedeutende Verkehrsdichte, frühes Vorhandensein von grofsen elektrischen Kraftübertragungssystemen und Vertrautheit mit ihrer Handhabung, auf diesem Boden konnte der Gedanke, der ja auch sonst überall um die Jahrhundertwende Wurzel schlug, am leichtesten zur Tat ausreifen. Dafs er es rasch und zielbewufst tat, bleibt nicht minder ein grofses historisch-technisches Verdienst der italienischen Verwaltung.

Die Valtellinabahn umfafste in ihrem ersten Ausbau die Strecken Lecco—Colico, Colico—Chiavenna und Colico—Sondrio (s. Karte Abb. 1). Den nächsten Schritt bildete die Elektrisierung der Giovilinie Pontedecimo—Busalla, die, quer durch den Apennin, die Verbindung zwischen Genua und dem Hinterland darstellt und den Verkehr des grofsen ligurischen Hafens nach der Poebene, dem Gotthard und Brenner vermittelt. Der Giovi ist eine kurze Gebirgslinie dichten Verkehrs in 26—35 $^0/_{00}$ Steigung mit einem langen Tunnel, dessen besonders ungünstige Ventilationsverhältnisse schon unter dem Maschinenpersonal der Dampfzüge Opfer gefordert hatten. Später wurde auch die Parallellinie »succursale dei Giovi« elektrisiert, ferner wurden die Anschlufsstrecken ausgebaut, so dafs der Verkehr auf der Gesamtstrecke Genua—Giovi—Ronco auf elektrischen Betrieb umgestellt werden konnte. Ähnlich lagen die Verhältnisse auf der Linie Savona—S. Giuseppe—Ceva (Elektrisierung 1912—15), die vom ligurischen Meer ebenfalls nach dem Gebirge aufsteigt.

Zur selben Zeit wurde die Elektrisierung des Mont Cenis in Angriff genommen. Die Bahn steigt von Turin durch das wilde, schluchtartige Tal der Dora Riparia um 800 Meter, unterfährt im 14 km langen Scheiteltunnel die französisch-italienische Grenzkette und schliefst in Modane an das Netz der Paris—Lyon—Méditerranéebahn (P. L. M.) an. Die Strecke ist teilweise eingleisig und vermochte dem steigenden Verkehr nicht mehr zu genügen, der Bau eines zweiten Gleises hätte bei dem äufserst schwierigen Gelände Unsummen verschlungen, da bot sich die Elektrisierung als der gegebene Ausweg.

Mit dem Ausbau von Nebenstrecken, Verästelungen und Verbindungsgliedern wie z. B. Genua—Savona, Genua—Spezia—Livorno, Turin—Torre Pelice und Barghe, der Verlängerung Lecco—Monza entstanden im Lauf der Zeit im nordwestlichen Italien drei elektrisch betriebene Hauptgruppen: Valtellina, Giovi und Mont Cenis. Die beiden letzteren wurden durch die 1923 erfolgte Elektrisierung der Strecke Ronco—Turin zusammengefafst, so dafs nunmehr eine durchgehende elektrische Verbindung von Livorno bis nach Modane (Frankreich) geschaffen ist. Gegenwärtig sind damit ca. 700 km Strecke, entsprechend ca. 1400 km Gleis in elektrischem Betrieb.

Für die nächste Zeit ist noch die Elektrisierung der Strecken Voghera—Mailand, Mailand—Monza (Anschlufs an Valtellina)—Chiasso (Schweizer Grenzstation und Anschlufs an Gotthard), Bologna—Florenz (Porrettana-Linie über den Apennin), Brenner—Verona, Verona—Bologna, Florenz—Livorno geplant, womit ein zusammenhängendes Netz gröfsten Stiles geschaffen sein wird (s. Abb. 1). In Mittel-Italien werden die Linien Rom—Anzio—Nettuno und Rom—Tivoli, in Süd-Italien die Bahn Benevent—Foggia als Versuchsstrecken gebaut (s. unten), ferner soll die im Bau begriffene neue Abkürzungsstrecke Rom—Neapel (die sogen. direttissima) von vornherein elektrisch betrieben werden.

Als Italien die Elektrisierungsarbeiten begann, war der Einphasenmotor noch kaum über die Stufe der Prüffeldversuche hinausgekommen. Für den Gleichstrom lagen zwar bereits günstige amerikanische Ergebnisse vor, jedoch überwog der Wunsch nach einem ohne Umformung für Fernübertragung geeigneten System und so fiel die Wahl auf den Drehstrom. Diese Entscheidung ist in anderen Ländern oft kritisiert worden, meines Erachtens nicht ganz mit Recht. Es mufs bedacht werden, dafs von den 1902 vorliegenden Systemen der Dreh-

strom ernsteste Beachtung verdiente, dafs die einmal eingeschlagene Richtung in der Wahl des Systems, sofern es sich nicht um einen ausgesprochenen Fehlgriff handelt, beibehalten werden mufs, wenn man ungeheure Leerlaufarbeit und Zeitverlust vermeiden will, und schliefslich mag darauf hingewiesen werden, dafs gerade die Besonderheit der zu elektrisierenden italienischen Strecken — meist verhältnismäfsig kurze Gebirgslinien mit Neigungen bis zu 35 $^0/_{00}$, die mit nicht übermäfsig hoher Geschwindigkeit befahren werden — dem Drehstrombetrieb besondere Vorteile abzugewinnen vermag, die er beispielsweise bei uns nicht böte.

Es ist hier nicht der Ort, in eine genaue Kritik des Drehstromsystems einzutreten; Interessenten finden treffliche Abhandlungen darüber in der Literatur, beispielsweise in der bayerischen Denkschrift von 1908; im folgenden mögen nur kurz einige besondere hervortretende Seiten des Drehstrombetriebs erwähnt werden, besonders soweit sie für die italienischen Verhältnisse von Wichtigkeit sind und von dem bei uns Gebräuchlichen abweichen.

Als Vorteile möchte ich erwähnen:

Der Lokomotivmotor, als Drehstrom-Asynchronmotor ausgebildet, hat keinen Stromwender und vermeidet damit den heikelsten Teil einer Gleich- oder Einwellenstrom-Ausrüstung; er besitzt damit das Höchstmafs an Betriebssicherheit, ist kleiner, leichter und billiger als die Motoren anderer Systeme und kann ohne weiteres für mäfsige Hochspannung (3000 bis 4000 Volt) gewickelt werden. Damit entfällt auch der Lokomotivtransformator mit seinem recht beträchtlichen Gewicht- und Raumbedarf. Die Lokomotive als Ganzes wird damit kurz, leicht und billig. — Der Motor arbeitet im Gefälle mit Nutzbremsung und zwar ohne dafs es einer besonderen Schaltung oder auch nur eines Wechsels der Schaltwalzenstellung bedürfte. Sobald einem Drehstrom-Asynchronmotor mechanische Arbeit von aufsen zugeführt wird, beschleunigt er sich um einige Prozent und wird dadurch zum Generator, der Drehstrom an das Netz liefert. Daher Energieersparnis und Schonung der Radreifen, Schienen und Bremsklötze durch den Wegfall der mechanischen Bremsung. Von diesem Vorteil wird in der italienischen Praxis weitgehend Gebrauch gemacht; die Züge fahren talwärts mechanisch ungebremst, mit zusammengeschobenen Zug- und Stofsorganen, und stützen sich auf die an der Spitze befindliche elektrische Lokomotive ab.

Aber auch die Schatten fehlen nicht: Die doppelpolige Oberleitung (die dritte Phase wird an die Schienen gelegt) mit ihren Isolationsschwierigkeiten und verwickelten Luftweichen, die grofse Anzahl der Unterwerke, wie sie durch die verhältnismäfsig niedrige Fahrdrahtspannung notwendig wird, die hohen Leerlaufverluste, die starken Blindströme. Ferner die Starrheit des Betriebs, bedingt durch die unveränderliche Fahrgeschwindigkeit, die dem Drehstrommotor (der seinem Wesen nach ein Nebenschlufsmotor ist) anhaftet. Während die Dampflokomotive und ebenso der Gleichstrom- und Einphasenmotor Geschwindigkeitsabfall mit zunehmender Zugkraft aufweisen, arbeitet der Drehstrommotor praktisch mit starrer Geschwindigkeit, unabhängig von der Zugkraft. Wohl kann man durch Kaskaden- oder Polumschaltung 2 bis 4 verschiedene Geschwindigkeitsstufen erzielen, dies verwickelt aber die Schalteinrichtungen, nimmt den Motoren viel von ihrer schönen

Abb. 1. Übersichtskarte der elektrisch betriebenen Strecken in Italien.

Einfachheit und schliefslich bleibt die Geschwindigkeit innerhalb des gewählten Bereiches doch unveränderlich und pafst sich nicht selbsttätig dem Gelände an.

Bezüglich der Stromlieferung hat die Politik der italienischen Staatsbahn bisher zwischen der Erzeugung in bahneigenen Werken und dem Bezug von Strom aus privaten Netzen geschwankt. Schlechte Erfahrungen mit staatlichen Kraftwerken, sowie die neue Entstaatlichungspolitik Mussolinis führten in jüngster Zeit dazu, die Lösung endgültig in der letzteren Richtung zu suchen.

Von den staatlichen Werken verdienen das Kraftwerk Bardonecchia für den Mont-Cenis-Betrieb Erwähnung, ferner die im Bau begriffenen Werke am Flufs Reno bei Bologna und Saggitario (Abruzzen). Ersteres, gespeist von den Flüssen Mélezet und Rochemolles, hat für jede Gruppe Doppelturbinen, deren Hälften für die verschiedenen Gefällshöhen der beiden Stromläufe bemessen sind, und wird jetzt noch durch Spezialgeneratoren mit Polumschaltung erweitert, die sowohl Strom von $16^2/_3$ Perioden für Bahnzwecke, als auch 50periodigen Strom für die allgemeine Landesversorgung erzeugen können. In den ersten Stadien des Betriebes bezog die Staatsbahn aus einem der Stadt Turin gehörigen Werke Drehstrom industrieller Frequenz und formte ihn in einer sehr interessanten Umformerstation auf $16^2/_3$ Perioden um, unter Zuhilfenahme von Schwungrad- und Hintermotorenpufferung, um die Belastungsspitzen trotz der zur Verfügung stehenden ungenügenden Zentralenleistung decken zu können.

Gegenwärtig wird der gröfste Teil der Strecken aus den Netzen der Maira und der Gesellschaft Edison gespeist, die zu diesem Zwecke einzelne ihrer Werke mit Maschinen für Bahnfrequenz ausgerüstet haben.

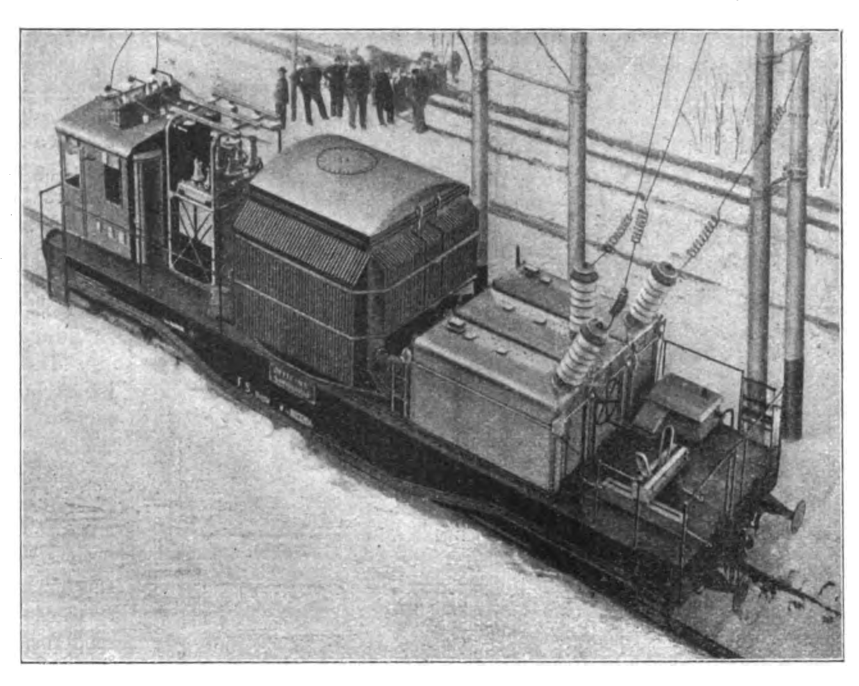
Als besonderes Merkmal weisen diese Zentralen, oder wenigstens jene, die nicht allzu grofse Netzteile zu versorgen haben, Wasserwiderstände für bedeutende Leistungen auf, in welchen die bei der Nutzbremsung rückgewonnene Energie, soweit sie als überschüssig nicht zur Beförderung bergwärtsfahrender Züge verwendet werden kann, vernichtet wird. Die Eintauchtiefe der Platten wird durch einen Hilfsmotor selbsttätig je nach dem Belastungsgrad der Generatoren gesteuert.

Die Verteilungsleitungen zwischen Kraftwerken und Bahnstrecken, meist für 60 000 Volt Spannung, bieten nichts eigentümliches; höchstens ist erwähnenswert, dafs sie vielfach, z. B. längs der Mont-Cenis-Linie, auf den Fahrleitungsmasten geführt werden und zwar gewöhnlich unter Auslassung je eines Mastes. Für 60 000 Volt werden in Italien meistens noch Isolatoren der Stützertype gewählt.

Die Unterwerke müssen mit Rücksicht auf die verhältnismäfsig niedere Fahrdrahtspannung in ziemlich geringen Abständen voneinander, etwa 15 bis 20 Kilometer, angeordnet werden. Interessant ist die Anordnung von auf einem Tiefgangwagen aufgebauten, fahrbaren Transformatorenstationen (Abb. 2), die als vorübergehende Verstärkung in Zeiten grofser Belastung oder als verschiebbare Reserve für ausgefallene Einheiten gute Dienste tun.

Auf die Drehstromfahrleitung näher einzugehen, ist hier nicht der Ort. Sie besteht aus zwei voneinander isolierten Oberleitungsphasen, je aus zwei Kupferdrähten von meistens 100 qmm Querschnitt gebildet. Einfachaufhängung mit sehr zahlreichen Stützpunkten bildet die Regel, nachdem einige Versuche mit Kettenaufhängung (die offenbar nicht zweckentsprechend ausgebildet war) keine guten Ergebnisse gezeigt hatten. Es werden ausschliefslich Mannesmannrohrmaste mit Auslegern oder Jochen verwendet. Die Aufhängung unterscheidet sich hauptsächlich nur durch die sorgfältig ausgebildete doppelte Isolation von einer Strafsenbahnfahrleitung, läfst sich aber anstandslos mit 80 bis 100 km Geschwindigkeit befahren. In den Bahnhöfen sind lange Ausleger über 2 bis 3 Gleise beliebt. Abb. 3 zeigt eine Drehstromweiche, die, in sehr guter Durchbildung, nicht ganz das Schreckensgebilde darstellt, als welches sie aufserhalb Italiens vielfach gilt.

Abb. 2. Fahrbares Unterwerk der italienischen Staatsbahn.



Hinsichtlich der Lokomotiven mögen zunächst einige allgemeine Züge hervorgehoben werden. Bei dem gebirgigen Charakter der meisten Strecken wird auf sehr gute Kurvenläufigkeit grofser Wert gelegt. Die Motoren sind verhältnismäfsig klein; gewöhnlich erhält jede Lokomotive zwei Motoren, die, halbhoch eingebaut, den im Lokomotivkasten zur Verfügung stehenden Raum kaum oder wenig beanspruchen. Der Transformator, bei Einphasenmaschinen in bezug auf Gewicht und Platzbedarf mit der wesentlichste Teil der Ausrüstung, fällt ganz fort. Der Antrieb erfolgt meist durch die als Kandò-Dreieck bekannte Abart des Schlitzkurbelgetriebes, unter Vermeidung von Blindwellen, was die Einhaltung kleiner Radstände erlaubt. Nimmt man dazu die geringen Anfahrzugkräfte, die durch die kleine zulässige Zughakenbelastung bedingt werden (bei den meisten älteren Maschinen beträgt die höchste Anfahrzugkraft 12 Tonnen), die Eigenschaft des Drehstrommotors, ein konstantes, nicht pulsierendes Drehmoment zu entwickeln, sowie die durch den Wegfall des Transformators und der Blindwellen bedingte Kürze der Maschinen, so hat man den Schlüssel für das geringe Gewicht der Lokomotiven, das zunächst im Vergleich mit Triebfahrzeugen anderer Systeme auffällt (bei neuzeitlichen italienischen Ausführungen etwa 28 bis 35 kg/PS, davon 13 bis 19 kg für den mechanischen, 15 bis 16 kg für den elektrischen Teil).

In elektrischer Hinsicht bietet die Ausbildung der Motoren für mehrere Geschwindigkeiten besonderes Interesse. Bei den ersten Ausführungen verwendete man auf jeder Lokomotive zwei Motoren verschiedener Polzahl, die, jeder für sich laufend, zwei Geschwindigkeitsstufen, und, in Kaskade hintereinandergeschaltet, eine 3., niederste Tourenzahl ergaben. Die schlechte Ausnutzung der Motoren, der ungünstige Leistungsfaktor der gewöhnlichen Kaskadenschaltung spornten zur Verbesserung an. Nach einem in letzter Zeit häufig angewandten Milchschen

Patent werden die Motoren abwechselnd mit verschiedenen Polzahlen 2- und 3-phasig, parallel oder in Kaskade geschaltet, womit vier verschiedene Geschwindigkeitsstufen erzielt werden, die sich zueinander wie 6 : 8 : 12 : 16 verhalten. — Da frühere

Abb. 3. Fahrdrahtaufhängung (Drehstromweiche) der italienischen Staatsbahn.

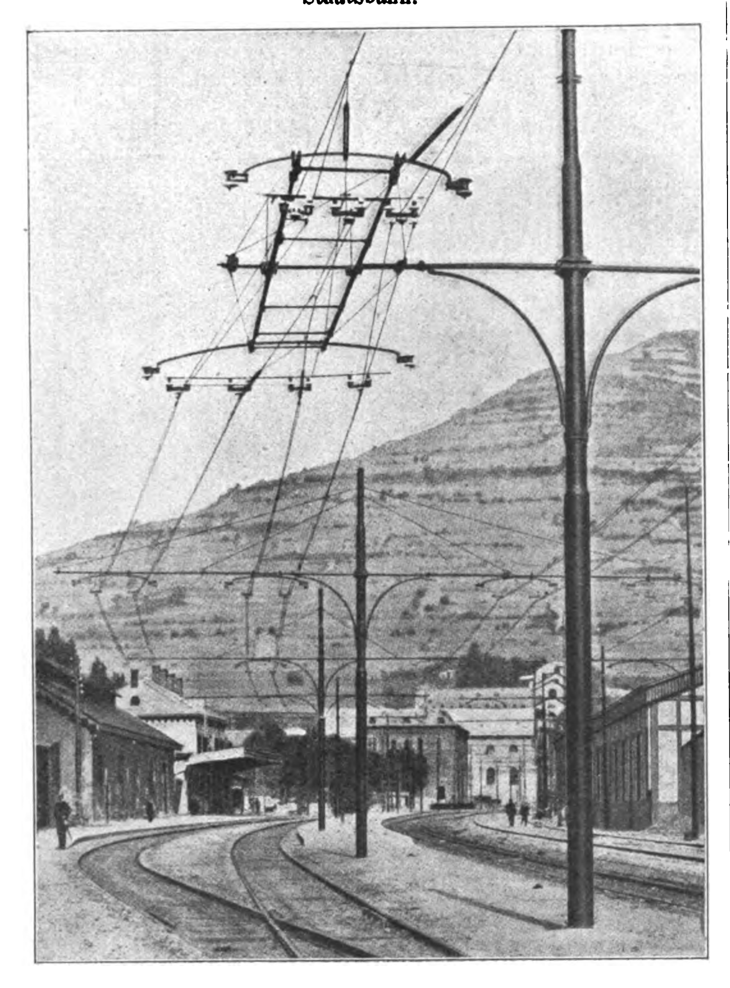
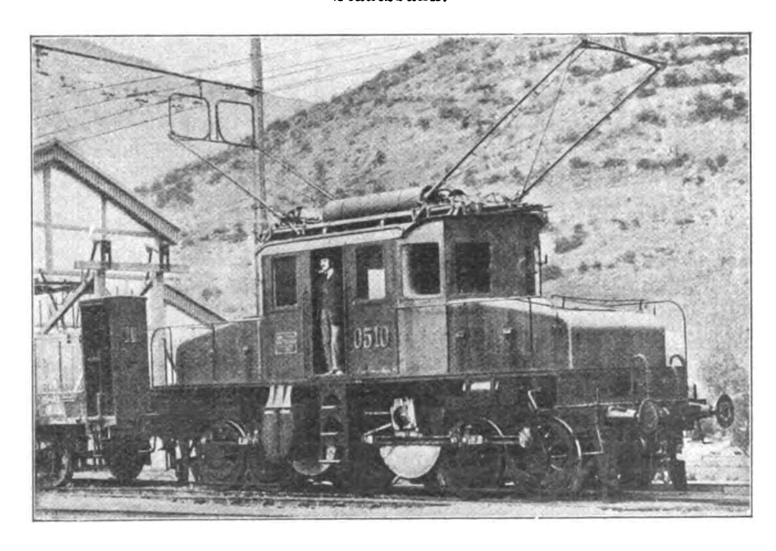


Abb. 4. E-Güter- und Personenzuglokomotive der italienischen Staatsbahn.



Ausführungen der Motoren mi Kurzschlufsanker — der für jede Polzahl ohne Umschaltung geeignet ist — sich nicht einführen konnten, müssen die Läufer der Motoren als Schleifringanker ausgebildet werden, und zwar mit Rücksicht auf die verschiedenen Geschwindigkeitsstufen mit bis zu 7 Schleifringen. Der Platz zwischen den Lagern und Rahmen reicht für eine so verlängerte Welle nicht aus, und so ergab sich die Notwendigkeit, die Schleifringe auf der verlängerten, gekröpften Motorwelle aufserhalb der Rahmen fliegend aufzusetzen; eine Not, die aber mit Rücksicht auf die leichte Zugänglichkeit auch eine Tugend ist. Die Zuleitungen zu den Schleifringen laufen durch die hohle Motorwelle.

Die Gruppierungsschalter für die verschiedenen Geschwindigkeitsstufen werden gewöhnlich auf die Motoren aufgesetzt und von den Führerständen aus elektropneumatisch bedient. Der Anlafswiderstand ist seltener metallisch, meistens ein Flüssigkeitswiderstand, ein Blechgefäfs mit Kühlrippen und Elektroden, zwischen welche eine Sodalösung durch Druckluft geprefst wird unter der Einwirkung elektromagnetischer, von den Führerständen gesteuerter Ventile. Da die Ventile bei einigen Ausführungen auch noch durch das bewegliche System eines Wattmeters beeinflusst werden, vollzieht sich die Anfahrt bei diesen Typen mit gleichbleibender Leistungsaufnahme.

Der Hauptschalter, in der meist verbreiteten Bauart ein Teller mit sechs kerzenförmigen Kontakten, dient, elektropneumatisch betätigt, auch als Fahrtwender (Vertauschung zweier Ständerphasen).

Die Bügel, zwei an jeder Lokomotive — die Doppelzahl ist nicht nur wegen der Stromabnahme, sondern auch zur Vermeidung von Unterbrechungen beim Befahren der Drehstromweichen erforderlich — bestehen aus einem durch Luftdruck gegen Federn bewegten Rahmen, auf dem, isoliert, zwei Wippen für die beiden Phasen sitzen.

Die Drehstromlokomotiven sind praktisch ziemlich frei von Schüttelschwingungen. Es ist dies wohl auf die starre Nebenschlufscharakteristik der Treibmotoren zurückzuführen.

Als hervorstechendste Vertreter der italienischen Bauart mögen noch die 5/5 gekuppelten Güterzuglokomotiven der Giovi- und Mont-Cenislinie, sowie die 3/5 Schnellzuglokomotiven der verlängerten Valtellinastrecke etwas näher beschrieben werden.

Erstere, Achsanordnung E Gruppe 050 (Abb. 4), haben fünf Triebachsen, davon die äufsersten mit Seitenspiel, die mittlere ohne Spurkränze der Räder. Durchmesser der Triebräder 1070 mm. Die beiden Motoren von je 1000 PS Stundenleistung sind halbhoch eingebaut und treiben mittels Kandódreiecks die mittlere Triebachse an. Die Fahrgeschwindigkeiten betragen 24 und 48 km in der Stunde. Das Dienstgewicht von rund 60 t, zu gleichen Teilen auf den mechanischen und den elektrischen Teil anfallend, kann durch Ballast auf 75 t erhöht werden, die Höchstzugkraft beträgt 13000 kg. Die Maschine, mit kurzem Mittelaufbau und Hauben, charakterisiert sich äufserlich durch ihre sehr gedrungene Bauart — Länge über Puffer nur 9,5 m — und wird im schweren Güterverkehr auf Steilrampen verwendet. Sie fährt Lastenzüge mit doppelter und dreifacher Bespannung, wobei die Verteilung der Last auf die verschiedenen Lokomotiven entgegen den ursprünglichen Befürchtungen sehr gleichmäfsig erfolgt. Maschinen mit abgenützten Radreifen können anstandslos mit solchen mit neuen Kränzen zusammenfahren, wobei der Anlafswiderstand der Lokomotive mit neuen Radkränzen selbsttätig nicht ganz kurzgeschlossen wird. Die Talfahrt erfolgt auf Gefällen bis 35 ‰ mit der höheren Geschwindigkeitsstufe, auch bei Mehrfachbespannung, unter ausschliefslich elektrischer Nutzbremsung.

Die 1 C 1 Schnellzuglokomotiven der Valtellinabahn, Gruppe 330 (Abb. 4 und 5, Taf. 22) haben je eine Laufachse mit der benachbarten Triebachse zu einem der Krauss-Helmholtzschen Ausführung ähnlichen Zara-Drehgestell verbunden, mit Radialeinstellung für die erstere und Seitenspiel für die Triebachse. Auch die Mittelachse hat Seitenspiel. Es ist also überhaupt kein fester Radstand vorhanden. Der Kasten hat ein Mittelabteil als Maschinenraum und zwei Führerstände

an den Stirnseiten. Die beiden Motoren, die in bezug auf Anordnung und Art des Antriebs der italienischen Norm entsprechen, besitzen je 1300 PS Stundenleistung und verleihen der Lokomotive die vier Geschwindigkeiten 37,5, 50,75 und 100 km/Std. Die Maschine entwickelt 12 t Höchstzugkraft und wiegt 73 t, davon 40 für den elektrischen Teil. Triebgewicht 48 t. Die Triebräder haben 1630 mm, die Laufräder 900 mm Durchmesser. Die Länge über Puffer beträgt 11 m.

Aufserdem besitzt die italienische Staatsbahn 2 C 2 Lokomotiven Gruppen 331 und 332 für denselben Dienst, deren Charakteristiken fast identisch sind.

Seit 1923 sind drei neue Lokomotivtypen im Betrieb, deren Hauptverhältnisse sich aus folgender Zusammenstellung ergeben:

	Gruppe E 431	Gruppe E 551	Gruppe E 552
Achsanordnung . .	4/6	5/5	5/5
Durchmesser der Triebräder . . .	1630 mm	1070 mm	1700 mm
Länge über Puffer .	14510 „	11010 „	9500 „
Gesamtgewicht . .	91 t	75 t	72 t
Triebgewicht . . .	65 „	75 „	72 „
Stundenleistung der Lokomotive . .	2600 PS	2600 PS	2200 PS
Stundenzugkraft .	9500 kg	13000 kg	12000 kg
Fahrgeschwindigkeiten km/Std. .	37—50—75—100	25—50	16—25—33—50

Der Vollständigkeit halber sei noch eine Gleichstromstrecke der italienischen Staatsbahn erwähnt, die Linie Mailand—Varese—Porto Ceresio (59 km Doppelgleis) die, ungefähr gleichzeitig mit der Valtellinabahn elektrisiert, die lombardische Hauptstadt mit dem Luganersee verbindet. Die ursprünglichen elektrischen Anlagen entsprachen dem um die Jahrhundertwende gültigen amerikanischen Vorbild: Gleichstrom 650 Volt, dritte Schiene, Triebwagen in Vielfachsteuerung. Später (1913) wurden Lokomotiven Bauart 1 C 1 Gruppe 32 von 2000 PS Stundenleistung für 90 km/Std. Höchstgeschwindigkeit beschafft, die mit zwei hochgebauten Motoren ausgerüstet sind und Schrägstangenantrieb mit zwei Blindwellen besitzen. Dienstgewicht 71,5 t, Höchstzugkraft 9350 kg. Im letzten Jahre wurden weitere ähnliche Lokomotiven in den Dienst genommen, die aber keine Blindwellen, sondern Schlitzkurbelgetriebe aufweisen.

Während in Norditalien der Ausbau mit Drehstrom niederer Frequenz planmäfsig fortschreitet, sind in Mittel- und Süditalien Versuche mit anderen Systemen im Gang. Die Strecken Rom—Tivoli und Rom—Anzio—Nettuno werden mit Drehstrom von 10000 Volt und industrieller Frequenz betrieben (in Italien 45 Perioden), um die Möglichkeit zu untersuchen, den gewöhnlichen, sozusagen handelsüblichen Strom der Überlandversorgung auch für die grofse Zugförderung unmittelbar auszunutzen. Als Triebfahrzeuge dienen 4/6 und 5/5 gekuppelte Lokomotiven mit zwei Motoren mit Zahnradvorgelegen, von deren grofsen Zahnrädern die Leistung mittels Kandòdreieck auf eine Triebachse übertragen wird. Abschliefsendes über die Betriebsergebnisse ist noch nicht bekannt geworden; es steht aber zu vermuten, dafs der Vorteil des bequemen Strombezugs mehr als wett gemacht wird durch die Übelstände des hochperiodigen Stroms in der Fahrleitung (starker Spannungsabfall, sehr erhebliche Schwachstromstörungen).

In Süditalien soll auf der Linie Benevent—Foggia ein Gleichstrombetrieb mit 3000 Volt Fahrdrahtspannung eingerichtet werden.

Schliefslich noch ein Wort über die Wirtschaftlichkeit des italienischen Drehstrombetriebs. Feste Zahlen neuen Datums sind m. W. darüber nicht veröffentlicht worden, wären auch wenig beweiskräftig, da Italien ebenfalls unter der Inflation leidet und der heutige Papierlire keinen zu Vergleichszwecken geeigneten Preismafsstab bildet. So mufs auf die alten Zahlen über den Giovibetrieb zurückgegriffen werden, die seinerzeit bekanntgegeben wurden.

Danach betrugen beim Dampfbetrieb die gesamten Betriebskosten 0,0084 Lire für den virtuellen Tonnenkilometer (Kohlenpreis 30,25 Lire für die Tonne), beim elektrischen Betrieb einschl. Verzinsung und Abschreibung 0,0065. Wenn man nur die reinen Zugförderungskosten, soweit sie von der Betriebsart abhängen, in Betracht zieht, sind die entsprechenden Zahlen 0,0052 Lire bei Dampf und 0,0018 Lire bei elektrischem Betrieb. Allerdings wird man sich hüten müssen, diese Zahlen allzusehr zu verallgemeinern, denn die Giovilinie ist mit ihren schweren Steigungen und langen raucherfüllten Tunnels eine für die Elektrisierung selten geeignete Strecke.

Interessant ist das wirtschaftliche Ergebnis hinsichtlich der Nutzbremsung. Am Giovi beträgt der Energieverbrauch ohne Rückgewinnung 47, mit Rückgewinnung 30 Wattstunden je tkm am Stromabnehmer gemessen. Die entsprechende Energieersparnis im Kraftwerk belief sich 1912 etwa auf 5000 kw/Std. Die Lebensdauer der Schienen für die talwärts fahrenden Züge hob sich auf das Dreifache. Der Verbrauch an Radreifen und Bremsklötzen wurde durch die Einführung der elektrischen Zugförderung auf rund $^1/_5$ des früheren Wertes gesenkt.

Überblickt man das technische und wirtschaftliche Gesamtergebnis, so wird auch der Gegner des reinen Drehstrombetriebs der zielbewufst und energisch fortschreitenden Elektrisierungspolitik der italienischen Staatsbahn die Anerkennung nicht versagen können.

Die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Zugförderung.

Von Oberregierungsbaurat Naderer, München.

Hierzu Abb. 1 bis 4 auf Tafel 21.

Für den Vergleich des elektrischen Betriebs mit dem Dampfbetrieb in wirtschaftlicher Hinsicht sind veränderliche und feste Ausgaben beider Betriebsformen einander gegenüber zu stellen, also die Weg- und die Zeitkosten der Zugbeförderung. Ist die Summe der Weg- und Zeitkosten in beiden Fällen gleich, so ist der elektrische Betrieb ebenso wirtschaftlich wie der Dampfbetrieb. Da die Umstellung auf die elektrische Betriebsform nur mit einer Vermehrung der Anlagekosten zu erreichen ist, die Zeitkosten also gröfser werden, ist eine Wirtschaftlichkeit dieser Betriebsform nur dann zu erzielen, wenn die Wegkosten sich mindestens in dem Mafse verringern, als die Zeitkosten durch den Neuaufwand gestiegen sind; denn der Umstellung der Betriebsform in technischer Hinsicht entspricht wirtschaftlich eine teilweise Umstellung der veränderlichen Ausgaben in feste Ausgaben.

Im Nachstehenden soll im allgemeinen und unter Zugrundelegung bestimmter Fälle untersucht werden, in welcher Weise beim Übergang vom Dampf- zum elektrischen Betrieb eine Umwandlung von Weg- in Zeitkosten stattfindet; hierbei soll die beim elektrischen Betrieb gebotene Möglichkeit des Triebwagenverkehrs aufser Berücksichtigung bleiben und angenommen werden, dafs es sich zunächst um einen Ersatz der Dampfzugkraft durch die elektrische Lokomotive handelt.

A. Allgemeiner Vergleich.

Werden die beim Dampfbetrieb anfallenden Kosten mit dem Beizeichen D, die beim elektrischen Betrieb anfallenden Kosten mit dem Beizeichen E versehen, dann mufs als Bedingung für die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs erfüllt sein:

1) $$W^D + Z^D \geqq W^E + Z^E;$$
hierin sind W die Wegkosten und Z die Zeitkosten. Da bei Umstellung der Betriebsform wegen der zu machenden Aufwendungen immer

$$Z^E > Z^D \text{ ist,}$$

mufs

$$W^E < W^D$$

sein, wenn obige Beziehung 1) erfüllt sein soll; diese läfst sich ganz allgemein zum Vergleich der Weg- und Zeitkosten der Zugförderung verwenden, wenn sinngemäfs die Beizeichen auf die zu vergleichenden Betriebsformen bezogen werden, also auch zum Vergleich der Turbinenlokomotive, der Diesellokomotive als Zugkraft gegenüber der elektrischen Lokomotive.

Im Grenzfalle, d. i. bei gleicher Wirtschaftlichkeit des Dampfbetriebs und des elektrischen Betriebs kann obige Beziehung 1) auch angeschrieben werden zu:

1a) $$W^D + Z^D = X \, . \, W^D + Y \, . \, Z^D,$$

wenn X und Y Beiwerte darstellen, welche die Veränderung der Weg- und Zeitkosten für die Zugförderung bei der Umstellung der Betriebsform kennzeichnen; nach dem oben Gesagten mufs $X < 1$, $Y > 1$ werden. Die Beziehung (1a) läfst sich vereinfachen zu:

2) $$\frac{W^D}{Z^D} = \frac{Y - 1}{1 - X},$$

und dann in einfacher Weise für verschiedene Werte des Verhältnisses $\frac{W^D}{Z^D}$ zeichnerisch auswerten. Denn Gleichung 2) stellt eine Schar von Linien dar, von welchen jede zur X-Achse in einem Winkel geneigt ist, der durch Bilden der ersten Ableitung der Gleichung 2) nämlich $\frac{dy}{dx} = -\frac{W^D}{Z^D} = \operatorname{tg} \alpha$ erhalten wird; der negative Wert der Tangente zeigt an, dafs $\alpha > 90^0$, die Linien also die positive Y-Achse schneiden; aufserdem schneiden sich die Linien alle in einem Punkte, der dadurch gekennzeichnet ist, dafs für ihn $X = 1$ und $Y = 1$ wird; letzteres ist zwar für die Aufzeichnung des Schaubildes wertvoll, hat aber keine praktische Bedeutung, da es niemals vorkommen kann, dafs bei Umstellung der Betriebsform Zeitkosten und Wegkosten unverändert bleiben.

Da das Verhältnis der Wegkosten zu den Zeitkosten für eine bestehende Betriebsform bekannt ist, lassen sich für bestimmte Verkehrsverhältnisse die Linien nach Gleichung 2) auftragen. Zu diesem Zwecke ist nur nötig, für einen Wert $\frac{W^D}{Z^D} = C$ in Gleichung 2) zuerst $X = 0$ zu setzen und daraus y zu bestimmen, um den Schnittpunkt mit der X-Achse zu erhalten, hierauf $Y = 0$ zu setzen und X zu berechnen, um den Schnittpunkt mit der X-Achse zu bekommen. Die Verbindungslinie beider Schnittpunkte mufs durch den Punkt $Y = 1$ und $X = 1$ gehen.

Um den Grenzwert zu erhalten, für welchen die Umstellung der Betriebsform noch wirtschaftlich vertretbar ist, mufs zuerst der Umstellungsfaktor Y durch Feststellen der Zeitkosten für die neue Betriebsform ermittelt werden; der Schnittpunkt der im Abstand Y mit der X-Achse gleichlaufenden Geraden mit der Linie für $\frac{W^D}{Z^D} = C$ gibt dann den Umstellungsfaktor X der Wegkosten, welcher höchstens erreicht werden darf, damit die Gesamtkosten durch die Umstellung der Betriebsform nicht höher werden. Für alle Werte $X' < X$ bedeutet die Umstellung einen wirtschaftlichen Gewinn. Aus Abb. 1, Taf. 21 ist ohne weiteres zu entnehmen, dafs mit besserer Ausnützung der vorhandenen Anlagen, also bei höherem Werte des Verhältnisses $\frac{W^D}{Z^D}$ auch der Umstellungsfaktor X oder die Wegkosten des elektrischen Betriebs gröfser werden dürfen.

Die Höhe des durch die Umstellung erzielbaren Gewinnes, die Einsparung $\mathfrak{E}$ je km Betriebslänge, ist gleich dem Unterschiede der Summe der Weg- und Zeitkosten für beide Betriebsformen, also: $\mathfrak{E} = (W^D + Z^D) - (W^E + Z^E)$;
hierfür kann gesetzt werden:

3) $$\mathfrak{E} = (W^D + Z^D)\,(1 - e),$$

wenn das die Wirtschaftlichkeit kennzeichnende Verhältnis der Zugförderungskosten $\frac{W^E + Z^E}{W^D + Z^D} = e$ gesetzt wird. Für den Grenzfall wird $e = 1$, $\mathfrak{E} = 0$.

Da ferner nach Gleichung 1a) $W^E + Z^E = X . W^D + Y . Z^D$ und aufserdem $\frac{W^D}{Z^D} = C$ gesetzt werden kann, ist für die Verhältniszahl der Zugförderungskosten anzuschreiben:

$$e = \frac{X \frac{W^D}{Z^D} + Y}{\frac{W^D}{Z^D} + 1}$$

3a) $$= \frac{C}{1 + C} \, . \, X + \frac{1}{1 + C} \, . \, Y$$

Diese Beziehung läfst ohne weiteres erkennen, dafs mit dem Gröfserwerden von $C = \frac{W^D}{Z^D}$, also mit zunehmendem Verkehr auch die Einsparung $\mathfrak{E}$ gröfser wird; denn da $X < 1$, Y aber > 1 sein mufs, wird mit gröfser werdendem C e kleiner, also $\mathfrak{E}$ gröfser.

B. Umstellungsfaktoren.

Um ziffernmäfsige Werte für die Gröfsen X und Y zu erhalten, müssen die zum Vergleich heranzuziehenden Weg- und Zeitkosten der Zugförderung für beide Betriebsformen in ihre einzelnen Teile zerlegt und bestimmt werden.

Wegkosten (W).

Die veränderlichen Kosten zerfallen in Auslagen

- w_1: für die Zugförderungsarbeit einschl. Zugheizung, also Kosten für Kohlen, Holz, Wasser beim Dampfbetrieb; Stromkosten beim elektrischen Betrieb;
- w_2: für Schmier- und Putzmittel;
- w_3: für Unterhaltung und Ausbesserung der Lokomotiven;
- w_4: für die Lokomotivmannschaft;
- w_5: für Verzinsung der Anlagekosten der Lokomotiven, sowie für Rücklagen für diese.

$$W = w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5.$$

Die Auslagen w_1 sind abhängig von der Förderleistung des Bahnnetzes, also von den tkm, die Auslagen w_2 bis w_5 von den Lokomotiv-km. Werden dem Vergleich bestimmte Verkehrsverhältnisse zugrunde gelegt, dann sind die Ausgaben w_5 nicht mehr von den Lokomotiv-km abhängig, sondern ein Festwert; sie fallen dann nicht unter die Wegkosten, sondern sind den Zeitkosten zuzuzählen.

Zeitkosten (Z).

Die unveränderlichen Kosten zerfallen in Auslagen

- z_1: für den Zinsdienst für die gemachten Aufwendungen, soweit sie zum Vergleiche heranzuziehen sind;
- z_2: für die Rücklagen zur Wiederbeschaffung;
- z_3: für Unterhaltung der Schwachstromanlagen;
- z_4: für Stromversorgung der Bahnhöfe und Werkstättenanlagen;
- z_5: für die Bahnstromverteilung einschl. Bedienung und Unterhaltung der Unterwerke, der Fern-, Speise- und Fahrleitungen.

$$Z = z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5.$$

Die Kosten Z sind von der Verkehrsgröfse nicht beeinflufst, sondern von der Betriebslänge des dem Vergleiche zugrunde

liegenden Streckenabschnittes oder Netzes abhängig; z_5 ist für den Dampfbetrieb Null.

Weg- und Zeitkosten des Dampfbetriebs sind auf Grund der Betriebserfahrungen bekannt. Das Verhältnis $\frac{W^D}{Z^D}$ kann demnach für einen bestimmten Streckenabschnitt oder ein umzustellendes Netz, auf eine gewisse Förderleistung bezogen, gebildet werden.

Die im Laufe der Entwicklung erreichten technischen Verbesserungen an den Dampflokomotiven brachten eine Verminderung der Wegkosten, im gewissen Grade jedoch auch eine Erhöhung der Zeitkosten, da die Verbesserungen sich nicht ohne Aufwand erzielen lassen. Auch für Weg- und Zeitkosten des elektrischen Betriebs liegen die Erfahrungen mit den in den letzten Jahrzehnten elektrisch betriebenen Eisenbahnstrecken vor. Die Betriebslänge dieser Versuchsstrecken ist aber im Verhältnis zu jener der mit Dampf betriebenen Strecken sehr klein; ferner wurde bei Auswahl der Versuchsstrecken in der Regel auf Bahnen mit schwierigen Betriebsverhältnissen gegriffen, aufserdem waren die für den Unterhalt der elektrischen Lokomotiven erforderlichen Einrichtungen (Werkstätten und deren Ausrüstungen) nicht in einer dem Dampfbetrieb gleichwertigen Ausführung vorhanden, sondern es mufsten hierfür meist nur behelfsmäfsige Vorrichtungen ausreichen; auch die Lokomotiven selbst waren zum Teil Versuchsausführungen, deren Bauarten voneinander wesentlich abwichen und hierdurch die Unterhaltung verteuerten; deshalb kann damit gerechnet werden, dafs die bisher auf den elektrisch betriebenen Versuchsstrecken erzielten Weg- und Zeitkosten einen oberen Grenzwert darstellen, welcher bei Einführung des elektrischen Betriebs auf einem gröfseren Netze unterschritten wird.

Die Umstellungsfaktoren X und Y setzen sich aus Teilen zusammen, welche den Verhältnissen

$$x_1 = \frac{w_1^e}{w_1^d},\ x_2 = \frac{w_2^e}{w_2^d};\ y_1 = \frac{z_1^e}{z_1^d},\ y_2 = \frac{z_2^e}{z_2^d}\ \text{usw.}$$

entsprechen. Da ein Teil der Einzelwerte für W unmittelbar abhängig von den geleisteten tkm, ein anderer Teil von den geleisteten Lok-km, die Einzelwerte für Z aber von der Betriebslänge abhängig sind, kann ein wirtschaftlicher Vergleich der Betriebsformen nur gezogen werden, wenn die in Gleichung 2) einzuführenden Werte für $\frac{W^D}{Z^D}$, X und Y auf die gleiche Einheit bezogen werden. Dies kann nur geschehen, wenn bestimmte Verkehrsverhältnisse dem Vergleiche zugrunde gelegt werden.

C. Anwendungsbeispiele.

I. Im Folgenden sollen für ein 1120,2 km Betriebslänge umfassendes Netz, dessen Stromversorgung durch in Südbayern zum Ausbau gelangte Grofswasserkräfte ermöglicht ist, die Umstellungsfaktoren für zwei Verkehrsgröfsen, nämlich Fahrplan 1913/14 und 1923/24 ermittelt werden, wobei die allgemeinen Wirtschaftsverhältnisse vom Februar 1924 zugrunde gelegt sind.

Die Stromversorgung des betrachteten Netzes erfordert die Anlage von 14 Bahnstrom-Unterwerken sowie die Errichtung eines Fernleitungsnetzes von rund 950 km Länge. Die Anlagekosten der Kraftwerke, welche den Strompreis beeinflussen, sind in den Vergleich der Zeit- und Wegkosten nicht einbezogen. Die bisher oberirdisch verlegten Fernsprech- und Fernmeldeleitungen sind als verkabelt angenommen. Das Verhältnis der zu vergleichenden Anlagekosten beim Dampfbetrieb und beim elektrischen Betriebe veranschaulichen die Abb. 2 a und b, Taf. 21.

Die Verkehrsverhältnisse des Bahnnetzes sind nachstehender Übersicht 1 zu entnehmen:

Übersicht 1: Verkehrsverhältnisse.

	1913/14		1923/24	
Lokomotiv-km . . .	19,71 Mill.		13,48 Mill.	
Nutzlastleistung tkm	6884 Mill.		4172 Mill.	
	Dampf- Betrieb	Elektr. Betrieb	Dampf- Betrieb	Elektr. Betrieb
Gesamtzahl der Lokomotiven	324	244	260	201
Lokomotiv-Mannschaft	952	720	764	580

Die Zeitkosten für Dampf- und elektrischen Betrieb sowie die zugehörigen Umstellungsfaktoren Y, die für beide Verkehrsfälle gleich sind, zeigt die nachfolgende Übersicht 2; hierbei ist eine Verzinsung der Anlagekosten von 5, 8 und 10 v. H. angenommen, um den Einflufs der Kosten der Geldbeschaffung auf den ziffernmäfsigen Wert der Umstellungsfaktoren und auf die Wirtschaftlichkeit darzulegen.

Übersicht 2:
Zeitkosten in Mark je km Betriebslänge.

Zeitkosten	1913/14 und 1923/24 Dampf- Betrieb	Elektrischer Betrieb	Umstellungsfaktor Y_1, Y_2 usw.	Zinsfufs v. H.
z_1	134.—	3720.—	27,8	5
	216.—	5950.—		8
	268.—	7440.—		10
z_2	58.—	516.—	8,9	—
z_3	200.—	20.—	0,1	—
z_4	1010.—	292.—	0,29	—
z_5	—	391.—	—	—
Z:	1402.—	4939.—	3,52 = Y	5
	1484.—	7169.—	4,84 = Y	8
	1536.—	8659.—	5,64 = Y	10

Die Wegkosten der zu vergleichenden Betriebsformen sind in Übersicht 3 zusammengestellt. Um den Einflufs der Stromkosten zu veranschaulichen, sind Strompreise von 1,0, 2,0, 3,0 und 4,0 Pfg/kWh bei einem Arbeitsverbrauch an den Kraftwerken von durchschnittlich 30 Watth je Brutto-tkm

Übersicht 3:
Wegkosten in Mark je km Betriebslänge.

	1913/14				1923/24			
Wegkost.	Dampfbetrieb	Elektr. Betrieb	Umstellungsfaktor X_1, X_2 usw.	Pfg/kWh	Dampfbetrieb	Elektr. Betrieb	Umstellungsfaktor X_1, X_2 usw.	Pfg/kWh
w_1	14500.—	2412.—	0,139	1	9950.—	1518.—	0,153	1
		4824.—	0,332	2		3036.—	0,306	2
		7236.—	0,498	3		4554.—	0,459	3
		9648.—	0,664	4		6072.—	0,612	4
w_2	120.—	100.—	0,8	—	81.—	63.—	0,8	—
w_3	8950.—	6260.—	0,7	—	6000.—	4200.—	0,7	—
		7160.—	0,8	—		4800.—	0,8	—
		8050.—	0,9	—		5400.—	0,9	—
		8950.—	1,0	—		6000.—	1,0	—
w_4	2380.—	1810.—	0,76	%	1915.—	1490.—	0,78	%
w_5	4138.—	4440.—	1,072	5	3208.—	3580.—	1,115	5
	5755.—	6240.—	1,083	8	4458.—	5030.—	1,127	8
	6821.—	7440.—	1,089	10	5288.—	6000.—	1,133	10
W:	30088.—	1910 + w_1 + w_3 + w_5		5	21154.—	1553 + w_1 + w_3 + w_5		5
	31705.—			8	22404.—			8
	32771.—			10	23234.—			10

angenommen. Auch für die Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven wurden veränderliche Sätze, nämlich 100, 90, 80 und 70 v. H. der Unterhaltungskosten der Dampflokomotiven eingesetzt, um die Einwirkung dieser Ausgaben auf den Umstellungsfaktor der Wegkosten zu kennzeichnen.

Aus den Werten für den Dampfbetrieb in Übersicht 2 und 3 kann nunmehr das Verhältnis $\frac{W^D}{Z^D} = C$ bestimmt werden; für die drei benützten Werte des Zinsfufses errechnet sich im Durchschnitt $C = 21,4$ für die Verkehrsverhältnisse 1913/14 und $C = 15,1$ für jene von 1923/24. Mit Hilfe der Gleichung 2) lassen sich nach dem oben Gesagten die Linien festlegen, welche für die beiden der Berechnung zugrunde gelegten Verkehrsgröfsen den Umstellungsfaktor X der Wegkosten begrenzen. Zu diesem Zwecke sind entsprechend den aus Übersicht 2 zu entnehmenden Umstellungsfaktoren der Zeitkosten die Linien für Y gleichlaufend mit der X-Achse in Abb. 1 einzutragen; der Schnittpunkt dieser Linien mit den Grenzlinien $\frac{W^D}{Z^D} = \frac{Y-1}{1-X}$ gibt die Grenzwerte X_{max}, bei welchen für beide Betriebsformen feste und veränderliche Ausgaben gleich werden, nämlich:

Zinsfufs %	5	8	10
Y =	3,52	4,84	5,64
X_{max} 1913/14 =	0,88	0,82	0,78
X_{max} 1923/24 =	0,84	0,75	0,693

Die den Einzelwerten der Wegkosten nach Übersicht 3 entsprechenden Umstellungsfaktoren X sind in Abb. 3, Taf. 21 in Abhängigkeit von den Stromkosten unter Berücksichtigung der Veränderlichkeit des Zinsfufses und der Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven zeichnerisch aufgetragen.

Diese Schaulinientafel, in welche auch die aus Abb. 1, Taf. 21 gewonnenen Grenzwerte der Wegkosten (X_{max}) eingetragen sind, gibt einen Überblick über den Verlauf der wichtigsten für den wirtschaftlichen Vergleich der Betriebsformen mafsgebenden Beziehungen. Unter der Annahme eines Zinsfufses von 10 v. H. und gleicher Unterhaltungskosten der Lokomotiven bei Dampf- und elektrischem Betrieb ergibt sich nach der Schaulinientafel für $Y_{13/14}$ und $_{23/24} = 5,64$ der Umstellungswert der Wegkosten zu:

$$X_{13/14} = 0,705 \text{ und}$$
$$X_{23/24} = 0,714$$

bei einem Strompreis von 2,0 Pfg./kWh ab Kraftwerk*); hieraus ermittelt sich nach Gleichung 3a)

$$e_{13/14} = 0,926$$
$$e_{23/24} = 1,02 \quad \text{d. h.}$$

unter den angenommenen wirtschaftlichen Bedingungen würde der elektrische Betrieb bei den Verkehrsverhältnissen in dem Ausmaße 1913/14 um 7,4% billiger, bei den Verkehrsverhältnissen vom Jahre 1923/24 um 2% teurer sein als der Dampfbetrieb. Soll auch für die Verhältnisse von 1923/24 der elektrische Betrieb nicht teurer kommen, als der Dampfbetrieb, so müfste — wie der Schnittpunkt der Linie für $X_{max} = 0,693$ mit der Linie für die Wegkosten $x_3^{1,0}$ auf der Schaulinientafel Abb. 3 angibt — Bahnstrom zum Preise von 1,67 Pfg./kWh ab Kraftwerk zur Verfügung stehen, oder ermöglicht sein, die Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven um etwa 2,5 v. H. gegenüber jenen der Dampflokomotiven zu ermäfsigen. Gestatten jedoch die Einrichtungen der Werkstätten, diese Unterhaltungskosten auf 80 v. H. jener der Dampflokomotiven herabzudrücken, was bei entsprechender Ausstattung und Betriebsführung der Werkstätten mit Sicherheit zu erwarten ist, dann wird für diesen Fall nach der Schaulinientafel

$$X_{13/14} = 0,652 \text{ und } e_{13/14} = 0,875; \text{ ferner}$$
$$X_{23/24} = 0,662 \text{ und } e_{23/24} = 0,971;$$

d. h. bei den Verkehrsverhältnissen wie im Jahre 1913/14 würden 12,5%, bei jenen wie im Jahre 1923/24 würden 2,9% gegenüber dem Damfbetrieb eingespart.

In gleicher Weise kann für den Zinsfufs von 8 und 5 v. H. bei verschiedenen Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven aus der Schaulinientafel jener Strompreis entnommen werden, bei dem die Umstellung der Betriebsform wirtschaftlich noch keinen Verlust bedeutet, oder bei festliegendem Strompreis kann die Höhe der Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven oder die Höhe des Zinsfufses für den Umstellungsaufwand bestimmt werden, welcher bei Wahrung der Wirtschaftlichkeit nicht überschritten werden darf.

Eine bildliche Darstellung über die wirtschaftliche Umstellung, das ist die Überführung von veränderlichen Ausgaben in feste Ausgaben bei Einführung des elektrischen Betriebs gibt für einen bestimmten Fall (Verkehr 1913/14, Zinsfufs 5%, 80 v. H. Unterhaltungskosten der Lokomotiven, 2,34 Pfg./kWh Strompreis, 30 Wh/tkm Stromverbrauch) Abb. 2, Taf. 21.

II. Die unter I. ermittelten Wirtschaftsziffern beziehen sich auf die Umstellung eines 1120,2 km Betriebslänge umfassenden Netzes. Durch den auf letzterem aufkommenden Verkehr wird eine verhältnismäfsig günstige Ausnützung der zum Ausbau gelangten südbayrischen Grofswasserkräfte, der Bahnstromfernleitungen und Unterwerke, ferner der elektrischen Lokomotiven, Werkstätten und sonstigen für die elektrische Betriebsform nötigen Einrichtungen erreicht werden. Aus Gründen der Geldbeschaffung kann die Umstellung des Netzes nur abschnittweise erfolgen; Ausbauleistung der Wasserkräfte, Fernleitungen, Unterwerke, Werkstätten usw. müssen jedoch schon vom Beginn der Umstellung an entweder ganz oder teilweise in einem dem vollen Ausbau entsprechenden Ausmafs erstellt werden; hierdurch werden nicht nur die Gestehungskosten des Bahnstroms infolge schlechter Ausnützung der bereitgestellten Maschinen-Leistung, sondern auch die Zeitkosten der Zugförderung ungünstig beeinflufst. Aufschlufs hierüber gibt Abb. 4 auf Tafel 21, in welcher für zwei im ersten Ausbau-Abschnitt zur Umstellung gelangende Strecken mit zusammen 174,4 km Betriebslänge (123,3 km Einfachspur) die Wegkosten in Abhängigkeit vom Strompreis bei veränderlichem Zinsfufs und Unterhaltungsaufwand für die Lokomotiven in gleicher Weise, wie für das 1120,2 km umfassende Netz, für die Verkehrsgröfse 1923/24 zeichnerisch aufgetragen sind.

Aus diesem Schaubilde ist zu entnehmen, dafs für die in Betracht gezogenen Streckenabschnitte bei einem Zinsfufs von

	5	8	10 v. H.
C =	48,2	43,0	40,4 und
Y =	13,3	16,5	18,3
X_{max} =	0,695	0,568	0,486

wird, wenn die Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven zu 80 v. H. jener der Dampflokomotiven angenommen werden. Der Schnittpunkt der Linie $x_3^{0,8}$ mit dem Höchstwert der Wegkosten $X_{max} = 0,695$ gibt den Strompreis ab Kraftwerk, der bei Wahrung der Wirtschaftlichkeit und einem Zinsfufs von 5% noch gezahlt werden kann, das ist 1,6 Pfg./kWh. Bei der schlechten Ausnützung der ausgebauten Stromerzeugungs-, Fernleitungs- und Umspannanlagen wird letzteres nicht möglich sein. Wird ein Strompreis von 6,0 Pfg./kWh ab Kraftwerk in Rechnung gesetzt und lassen sich die Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven auf 70 v. H. jener der Dampflokomotiven herabdrücken, so wird bei einem Zinsfufs von 5% $X = 0,948$ und nach Gleichung (3a):

*) Einschliefslich des Zins- und Tilgungsdienstes für die Kosten, welche anteilmäfsig bei Anlage der Kraftwerke für die Zwecke der Bahnstrom-Erzeugung aufgewendet wurden.

$$e = \frac{48,2}{49,2} \cdot 0,948 + \frac{1}{49,2} \cdot 13,3 = 1,2$$

d. h. selbst unter den oben angenommenen günstigen wirtschaftlichen Bedingungen wird der elektrische Betrieb noch um 20 v. H. teurer als der Dampfbetrieb.

Schlufsbemerkung.

Durch die vorstehenden Beispiele ist nachgewiesen, dafs mit der Umstellung eines gröfseren Eisenbahnnetzes vom Dampfbetrieb auf den elektrischen Betrieb erhebliche Einsparungen erzielt werden können, wenn durch Ausbau von Wasserkräften billiger Strom zur Verfügung steht und die Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven gegenüber jenen der Dampflokomotiven herabgedrückt werden können. Da jedoch der Ausbau der Wasserkräfte und der für die Umstellung erforderlichen Nebeneinrichtungen einen erheblichen Aufwand erfordern, mufs aus wirtschaftlichen Gründen darnach getrachtet werden, die geschaffenen Einrichtungen möglichst gut und rasch auszunützen. Letzteres kann durch Verkürzung der Bauzeit für die Umstellung der Betriebsform geschehen. Je rascher demnach weitere Strecken der Umstellung zugeführt werden, je schneller also die letztere der Ausbauleistung der Kraftwerke, Fernleitungen, Unterwerken und sonstigen Einrichtungen angepafst wird, desto wirtschaftlicher wird die neue Betriebsform.

Rundschau.

Die elektrische Zugförderung in den verschiedenen Ländern der Erde.

Im folgenden soll ein Überblick über den derzeitigen Stand und über die geplante Ausdehnung der elektrischen Zugförderung auf den Vollbahnen in den verschiedenen Ländern der Erde gegeben werden. Zur Grundlage dienten Berichte und Mitteilungen in- und ausländischer Zeitschriften. Die Zusammenstellung kann infolgedessen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Aber sie gibt doch ein gutes Bild der bedeutenden Entwicklung des elektrischen Betriebes. Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes durch Ausnutzung der natürlichen Energiequellen und Verwendung minderwertiger Brennstoffe, sowie Verbesserung der Betriebsverhältnisse sind hauptsächlich die Gründe für die Einführung der elektrischen Zugförderung.

Zunächst werden die Länder besprochen, die sich in Mitteleuropa einheitlich für die Einführung von hochgespanntem Einphasenwechselstrom von 15000 Volt und $16^2/_3$ Per./Sek. entschieden haben.

Im Gebiet der Deutschen Reichsbahn sind es hauptsächlich drei Streckengruppen, auf denen Züge elektrisch befördert werden und deren weiterer Ausbau im Gange oder geplant ist: das bayerische, das die erste im Deutschen Reich betriebene Vollbahn enthält und nach dem Ausbau das gröfste sein wird, das mitteldeutsche und das schlesische Netz.

In Bayern sind in Betrieb . . . . 78 km
(die Strecken: Salzburg — Freilassing — Berchtesgaden, Scharnitz — Garmisch — Partenkirchen — Griesen);
im Bau . . . . 626 km
(München — Garmisch, Tutzing — Kochel, München - Holzkirchen — Rosenheim, Holzkirchen - Lenggries, Holzkirchen — Bayrischzell, München Ost — Deisenhofen, München — Rosenheim - Kufstein, Rosenheim - Freilassing, München — Regensburg);
in Vorbereitung und geplant . . . . 961 km
(München — Herrsching, München — Lindau, München — Ulm — Stuttgart, Augsburg — Treuchtlingen, München — Ingolstadt — Nürnberg, Regensburg — Hof).

Die Betriebsenergie liefern Wasserkräfte. Neben den kleineren Werken an der Saalach und in Gartenau bei Berchtesgaden sind es vor allem das Walchensee-Werk und die noch im Ausbau befindlichen Werke der „Mittleren Isar".

Hier seien auch die seit 1913 elektrisch betriebenen und vom Rhein-Kraftwerk Wyhlen gespeisten badischen Strecken erwähnt: die Wiesetalbahn Basel — Zell und die Wehratalbahn Schopfheim — Säckingen . . . . zusammen 52 km

Der mitteldeutsche Bezirk wird durch das Braunkohlenkraftwerk Muldenstein versorgt und umfafst folgende Strecken;
in Betrieb . . . . 176 km
(Halle — Leipzig, Leipzig - Bitterfeld - Magdeburg, Leipzig - Wahren — Engelsdorf);
in Vorbereitung . . . . 89 km
(Halle — Cöthen - Magdeburg, Schönebeck — Grofs - Salze — Elmen).

Das Kraftwerk Mittelsteine bei Glatz versorgt die schlesischen Bahnen mit Strom. Die Elektrisierung umfafst hier folgende Strecken:
in Betrieb . . . . 263 km
(Königszelt — Görlitz — Schlauroth, Nieder - Salzbrunn — Halbstadt, Ruhbank — Liebau, Hirschberg — Grünthal);
im Bau und in Vorbereitung . . . . 53 km
(Dittersbach -- Glatz).

Erwogen wird ferner die Elektrisierung der verkehrsreichen Strecken Berlin — Halle, Leipzig — Hof, Breslau — Liegnitz — Görlitz — Dresden — Leipzig. Dadurch würden die elektrisierten Bahnen Bayerns, Mitteldeutschlands und Schlesiens verbunden.

Die Vorortbahn Hamburg — Blankenese — Ohlsdorf (27 km) wird schon seit Jahren mit Einphasenwechselstrom von 6000 Volt und 25 Per./Sek. betrieben. Die Stadt-, Ring- und Vorortbahnen Berlins sollen dagegen mit Gleichstrom von 800 Volt ausgerüstet werden. Auf der Vorortstrecke Berlin — Bernau ist der elektrische Betrieb bereits aufgenommen. Die Linien Berlin — Hermsdorf — Oranienburg gehen der Vollendung entgegen. Später werden die eigentlichen Stadtbahnstrecken, zuletzt wird die Ringbahn umgebaut werden.

Österreich hat unter dem Einflufs der drückenden Kohlennot eine grofszügige Elektrisierung seiner Bahnen begonnen, wobei die reichen Wasserkräfte des Landes zu statten kamen.

Neben einigen schmal- und regelspurigen Strecken, die zum Teil hochgespannten Gleichstrom, zum Teil Einphasenwechselstrom verschiedener Spannung und Periodenzahl anwenden, waren bisher mit Einphasenwechselstrom von 15000 Volt und $16^2/_3$ Per./Sek.
in Betrieb . . . . 133 km
(Innsbruck - Scharnitz, Griesen — Reutte, Wien - Prefsburg).
Nach dem Gesetz vom 23. Juli 1920 befinden sich
im Ausbau . . . . 342 km
(die Arlberg- und Vorarlbergbahn Innsbruck — Landeck — Bludenz — Bregenz nebst Abzweigungen nach Buchs und St. Margarethen . . . . 235 km
versorgt vom Ruetz- und Spullerseewerk
und die Salzkammergutbahn Stainach-Irdning — Attnang-Puchheim . . . . 107 km
(Kraftwerk Steeg);
in Vorbereitung . . . . 309 km
(die Strecken Salzburg -- Wörgl der Westbahn 192 km, St. Veit — Spittal — Villach der Tauernbahn 117 km)
(Stubach- und Mallnitzwerk).

Die Elektrisierungsarbeiten gehen rasch vorwärts. Der Abschnitt Innsbruck — Landeck ist im regelmäfsigen Betrieb. Auf der Strecke Stainach - Irdning — Aussee ist der elektrische Betrieb seit 24. Juli 1924 aufgenommen. Bis 1926 soll die Elektrisierung der angeführten Strecken beendet sein und dann der Umbau von weiteren 1135 km in Angriff genommen werden, nämlich der Strecken der östlichen Bezirke: Wörgl — Innsbruck, Wien — Salzburg, Amstetten — St. Michael, St. Valentin — Klein-Reifling, Hieflau — Vordernburg, Linz — Selzthal, Wels — Passau, Selzthal - Bischofshofen, St. Michael — Villach, St. Veit - Klagenfurt.

In gleich umfassender Weise betreibt die Schweiz die Elektrisierung ihrer Bahnen. Nach einem im Jahre 1918 aufgestellten Programm sollten die 2000 km der Schweizer Bundesbahnen innerhalb von 30 Jahren elektrisiert werden. Nunmehr wird der Ausbau derart beschleunigt, dafs der gröfste Teil der Hauptbahnstrecken schon 1928 in elektrischen Betrieb genommen werden kann.

Die Schweizerischen Bundesbahnen hatten im Jahre
1923 in Betrieb . . . . 384 km
im Bau und in Vorbereitung . . . . 1145 km
Die Berner Alpenbahn-Gesellschaft
in Betrieb . . . . 194 km
in Vorbereitung . . . . 43 km

Die Rhätische Bahn hatte ihr ganzes Netz mit 277 km in elektrischem Betrieb.

Seit Mitte Mai 1924 werden auf der Simplonbahn die Züge über Sitten hinaus bis Lausanne (92 km) elektrisch gefahren, desgleichen seit 1. Juni auf den Strecken Zürich—Thalwil—Richterswil und Basel—Luzern (95 km). Damit ist die ganze Gotthardbahn elektrisch betrieben (Basel—Chiasso 320 km) und mit unter die Reihe der schnellst befahrenen Strecken Europas gerückt. Die Fahrt Basel—Lugano dauert statt früher 6 Stunden heute $4^1/_2$ Stunden. Die Strecke Zürich—Richterswil ist ein Glied der Ost-West-Linie Innsbruck—Zürich—Bern—Genf (600 km), die wohl bereits im Jahre 1927 rein elektrisch befahren werden kann.

Die skandinavischen Länder machen ebenfalls ihre reichen Wasserkräfte für die elektrische Zugförderung nutzbar.*) Das Porjus-Kraftwerk speist die teilweise im Polargebiet liegende Reichsgrenzenbahn Luleå—Riksgränsen—Narvik (472 km). Durch Einführung des elektrischen Betriebes sind auf dieser Linie die Zuggeschwindigkeiten um 52%, die Belastungen — es handelt sich um schwere Erztransporte — um 40% gesteigert worden. Die zu Zeiten des Dampfbetriebes beabsichtigte Verdoppelung des Gleises hat sich damit erübrigt. Im südlichen Schweden ist die Elektrisierung der Strecke Stockholm—Gotenburg (458 km) in Angriff genommen und wird bis 1925 durchgeführt sein. Auch werden die Pläne für die elektrische Zugförderung auf den Strecken Järna—Malmö—Trälleborg, Katerinenholm—Norköpping, Stockholm—Upsala—Bräkke (zusammen 1147 km) ausgearbeitet. Ebenso werden zur Zeit allgemeine Erhebungen über die Elektrisierung einer Reihe von Privatbahnen Mittelschwedens durchgeführt. Bemerkenswert ist die bereits elektrisierte, 157 km lange, schmalspurige Nordmark-Klarälvensbahn nördlich des Wenern-Sees, die der Uddeholm-Gesellschaft gehört.

Die Elektrisierung der Bahnen Norwegens hält sich in bescheidenen Grenzen. Neben dem Abschnitt der Reichsgrenzen-(Ofoten-)bahn Riksgränsen—Narvik (42 km) sind bisher in Betrieb die Thamshavnbahn Thamshavn—Lökken (16 km) seit 1908, die Rjukanbahn (16 km) seit 1911/12, die Tinnosbahn Notodden—Tinnoset—Saaheim (46 km) und die Strecke Kristiania—Drammen (53 km).

Beschlossen ist die Elektrisierung der Strecken Kristiania—Lilleström (22 km) und Drammen—Kongsberg (46 km), Kongsberg—Brevik und Hjukstebo—Notodden ist in Aussicht genommen. Die staatlichen Wasserkraftwerke Hakavik, Mörkfofs und Solbergfofs werden die elektrische Energie liefern.

Während die bisher besprochenen Länder sich auf die Einführung von Einphasenwechselstrom von 15000 Volt und $16^2/_3$ Per./Sek. für die Hauptbahnen geeignet haben, weist Italien keine Einheitlichkeit der Stromart auf. Allgemein wird in Oberitalien die Stromart beibehalten, mit der die Elektrisierung begonnen wurde, niederfrequenter Drehstrom. In Mittelitalien schliefst man sich mit der Frequenz dem allgemeinen Drehstromnetz für Kraftbetriebe an. In Süditalien ist dagegen, wohl unter dem Einflufs Frankreichs, hochgespannter Gleichstrom in Aussicht genommen. Ein im Jahre 1920 aufgestelltes Programm sieht den Ausbau von 2600 km Strecke vor. Ende 1923 waren 700 km elektrisiert und 400 km in Vorbereitung.

Wenden wir uns zur Gruppe europäischer Länder, die sich zur Einführung hochgespannten Gleichstroms (1500 bzw. 3000 Volt) entschlossen haben, so steht in erster Linie Frankreich mit weiten, auf lange Jahre berechneten Plänen.

Die Staatsbahn elektrisiert im ganzen 400 km, hauptsächlich Vorortbahnen von Paris, mit starkem Personenverkehr und dichter Zugsfolge. So ist im April dieses Jahres der elektrische Betrieb auf den Strecken Paris—St. Lazare—Bécon les Bruyères und St. Lazare—Bois Colombes eröffnet worden; 1925 soll er nach St. Germain und St. Cloud ausgedehnt werden, 1926 über Bécon hinaus bis Versailles und Marly und 1927 über Bois Colombes bis Argentenil geführt werden.

*) Siehe Organ 1923, S. 218 u. f.

Die Paris-Orleans-Bahn, die ihre Energie aus Wasserkraftwerken an der Creuse und der oberen Dordogne bezieht, hofft bis Mitte dieses Jahres die 200 km von Paris bis Vierzon der Hauptverkehrsstrecke Paris—Limoges—Toulouse in elektrischen Betrieb zu nehmen.

Bisher weist das gröfste umgebaute Netz die Südbahn auf (250 km in Betrieb), die ihre Bahnen mit der Energie der Pyrenäenflüsse speist. Jedoch wird nach vollzogenem Ausbau die Paris—Lyon—Mittelmeerbahn das gröfste elektrisch betriebene Netz besitzen. Die Bahn beschränkt sich aber zunächst auf die Einrichtung zweier Versuchsstrecken: Culoz—Modane und Marseille—Ventimiglia. Über den Umfang der einzelnen Entwürfe ist in dieser Zeitschrift schon öfters berichtet worden. Zusammen wollen die verschiedenen Gesellschaften 9200 km elektrisieren; davon sind bis jetzt etwa 1000 km umgebaut.

In Belgien wird augenblicklich die elektrische Ausrüstung der Vorortsbahnen von Antwerpen nach Eeckeren, Wyneghem, Wommelghem und Deurne erweitert, auch die der Strecken von Antwerpen nach Mecheln und Rumpst ist beabsichtigt.

In den Niederlanden und in England besteht Neigung die Elektrisierung der Bahnen mit der allgemeinen Elektrizitätsversorgung des Landes zu verbinden. Beide Länder haben sich für hochgespannten Gleichstrom von 1500 Volt entschieden, wenn auch zur Zeit einzelne Linien mit Einphasenwechselstrom betrieben werden (Rotterdam—Haag—Scheveningen, London—Brighton und die Southcoast-Bahn). In Holland soll die Strecke Amsterdam—Rotterdam sofort elektrisiert werden. Aus England sind bestimmte gröfsere Pläne, aufser Stadt- und Vorortsbahnen, nicht in die Öffentlichkeit gelangt. Es scheint auch die Dringlichkeit der Elektrisierung bei dem Kohlenreichtum des Landes nicht so grofs.

Ebenso nehmen in Rufsland die leitenden Stellen in der Frage der elektrischen Zugförderung, schon mit Rücksicht auf die finanzielle Lage, eine abwartende Haltung ein, wenn sie auch anerkennen, dafs die Elektrisierung einiger Bezirke möglich und wirtschaftlich vertretbar ist. In Betracht kommen der Vorortsverkehr von Moskau und Petersburg, dann die Strecken im Donez-, Ural- und Kaukasusgebiet.

Kleinere Staaten dagegen z. B. Esthland gehen aus wirtschaftlichen Erwägungen an die Ausarbeitung von Plänen für die Elektrisierung ihrer ganzen Bahnen. Die Strecke Reval—Römme soll noch im Laufe des Jahres elektrisch betrieben werden. Die erforderliche Energie wird durch Ausnutzung von Wasserkräften und Torflagern gewonnen.

Die Tschechoslovakei plant die Umstellung der in Prag einmündenden Hauptbahnen von insgesamt 463 km Länge, vor allem der Strecke Prag—Pilsen. Zur Energielieferung werden die Moldau-Wasserkräfte südlich von Prag mit etwa 19000 PS. herangezogen werden.

Auch Bulgarien hat den Energiebedarf für die Bahnelektrisierung festgestellt und mit 130000 bis 150000 PS beziffert, die Stärke der natürlichen Wasserkräfte des Landes übersteigt 1000000 PS.

Ungarn befindet sich hinsichtlich natürlicher Energiequellen in der denkbar ungünstigsten Lage. Es sind ihm durch den Vertrag von Trianon fast alle hochwertigen Energieträger (Kohle, Wasserkräfte) genommen worden und nur minderwertige Lignit- und Torflager geblieben. Sie können für den Bahnbetrieb nur durch die Elektrisierung nutzbar gemacht werden. Ende April 1924 ist auf der Strecke Budapest—Dunakeszi—Alag (15 km) der elektrische Probebetrieb eröffnet worden. Der im bahneigenen Kraftwerk erzeugte Einphasenwechselstrom von 15000 Volt und 50 Per./Sek. wird auf der Lokomotive in niedergespannten Drehstrom umgewandelt. Nach Klärung der finanziellen Verhältnisse ist der Ausbau der Strecke Budapest—Bruck (197 km) beabsichtigt.

Aus Spanien wird berichtet, dafs die Pyrenäenbahn Ripoll—Puigcerda und die 64 km lange Strecke Leon—Gijon elektrisch betrieben werden sollen, und zwar mit Gleichstrom von 3000 Volt.

Vom afrikanischen Kontinent liegen nur vereinzelte Mitteilungen vor.

So soll im Anschlufs an die Elektrisierung der französischen Bahnen auch die Strecke Casablanca—Marokko mit Gleichstrom

von 3000 Volt Spannung betrieben werden, der durch Umformung aus Drehstrom mit 60000 Volt Fernleitungsspannung gewonnen wird.

In Tunis verbindet eine 40 km lange elektrische Bahn die Stadt mit ihren Wohnvororten.

Auch im Innern Afrikas, in Uganda, soll beim Neubau einer Bahn, die das Baumwollgebiet von Jinja und die Uasin-Gishu-Hochfläche erschliefst, ein Streckenabschnitt elektrisch betrieben werden. Die Energie dazu werden die Riponfälle liefern.

Gröfseres Interesse beansprucht die Elektrisierung der Natallinie in Südafrika. Zunächst wird die 275 km lange Strecke Pietermaritzburg—Glencoë ausgebaut. Es ist dies der wichtigste und verkehrsreichste Abschnitt, der aufserdem starke Steigungen aufweist und zur Zeit den Verkehr nicht mehr in befriedigender Weise bewältigen kann. Für den Betrieb ist Gleichstrom von 3000 Volt gewählt, der durch Umformung aus Drehstrom von 88000 Volt Fernleitungsspannung gewonnen wird. Ein Wärmekraftwerk in Colenso am Tugelaflufs erzeugt die Energie.

Die Berichte über Elektrisierungspläne auf Java in Niederländisch-Indien, auf Neuseeland und in Australien sind nur kurz und unvollständig. Als Betriebsstrom wird dort im allgemeinen hochgespannter Gleichstrom verwendet.

Dagegen ergibt sich über den Stand der Bahnelektrisierung in Japan ein vollständigeres Bild. Seit Mai 1912 ist auf der Shin-Yetsu-Bahn, einer wichtigen Querverbindung von Takasaki nach Naoyetsu der Abschnitt mit Zahnradstrecke zwischen Yokogawa und Karnizawa ekektrisch betrieben. Die Energie wird durch Turbogeneratoren erzeugt. Mit Gleichstrom von 1200 Volt, der aus einer Wasserkraft gewonnen wird, arbeitet die Chichibu-Eisenbahn, eine 56 km lange Industriebahn von Kagemori nach Kumagaya. Die Elektrisierung der Tokaido-Bahn ist der Beginn der Verwirklichung des grofsen Planes, der im Zusammenhang mit der Verwertung zahlreicher Wasserkräfte die Elektrisierung von 1100 km Staatsbahnlinien, darunter umfangreiche Neubauten vorsieht. Die 600 km lange Strecke von Tokio über Yokohama—Nagaya—Kioto—Osaka nach Kobe ist zweigleisig und die wichtigste und verkehrsreichste Linie Japans. Ihr mittlerer Teil weist beim Überschreiten mehrerer Wasserscheiden erhebliche Steilrampen auf. Für den Betrieb ist Gleichstrom von 1500 Volt Spannung gewählt. Die Elektrisierung sollte in drei Teilen vor sich gehen. Die Strecken Tokio—Yokohama—Odawara und Tokio—Yokosuka sind schon ausgebaut, der Abschnitt bis Numadsu sollte bis 1926/27, die ganze Strecke bis 1928/29 vollendet sein. Infolge der Zerstörungen des Erdbebens und der notwendigen Sparmafsnahmen ist jedoch die Ausführung auf spätere Zeiten verschoben worden.

Der japanische Einflufs macht sich auch in der Mandschurei geltend. Die Süd-Mandschurische Eisenbahn besitzt bereits 40 km elektrische Bahnen.

Die Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanada besafsen 1920/21 zusammen 2465 km elektrisierte Bahnen. Davon trafen auf die Vereinigten Staaten allein 1220 km mit Gleichstrombetrieb und 315 km mit Einphasenwechselstrom von 11000 Volt und niederer Periodenzahl, im Verhältnis zu dem grofsen Eisenbahnnetz keine sehr hohe Zahl. Die Stromart ist, wie ersichtlich, nicht einheitlich. Doch wird neuerdings mehr und mehr Gleichstrom von 3000 Volt Spannung verwendet, der im Anschlufs an die bestehenden Grofskraftwerke der allgemeinen Landesversorgung durch Umformung aus Drehstrom gewonnen wird. Vereinzelt kommt auch das Spaltphasensystem in Anwendung. Von den neuesten Plänen sei besonders die Elektrisierung der Virginia-Eisenbahn erwähnt, die durch die aufsergewöhnlichen Ausmafse des Betriebsprogrammes Aufsehen erregt.

Die in den übrigen amerikanischen Staaten verfolgten Elektrisierungspläne haben ihren Grund meist in der unwirtschaftlichen Beschaffung von Brennstoffen für die Dampflokomotiven.

In Argentinien umfafst der elektrische Betrieb den Verkehr zwischen Buenos-Aires und den Vororten z. B. Moreno, Tigre. Die 30 bis 40 km langen Strecken gehören verschiedenen Gesellschaften, ihre Einrichtung hat sich gut bewährt. Es ist jetzt beabsichtigt die Betriebsspannung des Gleichstroms von 800 auf 1600 Volt zu erhöhen.

In Brasilien wird seit 1921 auf der Paulista-Bahn die 45 km lange Strecke Jundiahy—Campinas, welche Steilrampen von 18 bis 22‰ hat, elektrisch betrieben. Die elektrische Ausrüstung soll nunmehr bis Tahu auf 90 km Länge ausgedehnt werden. Drehstrom von 88000 Volt wird für den Bahnbetrieb in Gleichstrom von 3000 Volt umgeformt. Dem Beispiel der Paulista-Gesellschaft folgend beabsichtigt auch die Zentralbahn die Elektrisierung von 600 km ihres Netzes.

Chile hat im vergangenen Jahr den ersten Abschnitt seines Elektrisierungsplanes vollendet. Er umfafst die 187 km lange Linie Santiago—Til, Til—Valparaiso und die 45 km lange Zweigbahn Los Vegas—Los Andes mit Steigungen bis 22,5‰. In zwei Wasserkraftwerken wird Drehstrom erzeugt, der für den Bahnbetrieb von 110000 Volt Fernleitungsspannung in Gleichstrom von 3000 Volt umgeformt wird. Auch die von Santiago südlich nach Puente Alto führende 22 km lange Schmalspurbahn soll mit Gleichstrom von 600 Volt betrieben werden.

Die mexikanische Eisenbahngesellschaft beabsichtigt ihre 470 km lange, eingleisige Strecke Veracruz—Mexiko teilweise zu elektrisieren. Die Bahn erklimmt in Steilrampen von der Küste aus das mexikanische Hochland mit 2200 bis 2600 m Seehöhe. Zunächst wird mit dem Umbau des steilsten Abschnittes, der Strecke Orizaba—Esperanza (48 km) begonnen, die längere Steigungen von 45 bis 52,5‰ aufweist. Als Stromart ist Gleichstrom von 3000 Volt aus einem 8 km von Orizaba entfernten Kraftwerk gewählt. Auch die mexikanische Staatsbahn hat die Vorarbeiten für die Elektrisierung der Strecke Monterrey—Cerneros beendet.

Ferner wird aus Venezuela gemeldet, dafs dort die Linie La Guaira—Caracas elektrisiert werden soll, wozu die Energie Dieselmaschinen liefern werden. Scherzer.

Elektrische Zugförderung auf der Paris—Lyon—Mittelmeer-Bahn.

(Le Génie Civil 1923, Bd. 83, Heft 24.)

Die elektrische Zugförderung wird von den französischen Eisenbahngesellschaften in grofsem Umfang aufgenommen. Neben der Paris—Orléans- und der Südbahngesellschaft*) geht auch die Paris—Lyon—Mittelmeer-Bahn (P. L. M.) daran ihre Strecken elektrisch zu betreiben. Der Bauplan, der im Laufe der nächsten 20 Jahre verwirklicht werden soll, sieht zwei voneinander unabhängige Abschnitte vor:

1. Die Strecken im Pariser Stadtgebiet, wo der ständig steigende Verkehr eine immer dichtere Zugfolge erfordert;
2. Das Eisenbahnnetz zwischen Lyon und dem Mittelmeer.

In diesem Gebiet sollen ungefähr 3000 km d. s. sämtliche bedeutenderen Strecken südlich der Linien St. Germain des Fossés—Lyon und Lyon—Genf (beide inbegriffen) ausgebaut werden. Die für den Bahnbetrieb erforderlichen Energiemengen sind in den reichen Wasserkräften der Alpenflüsse verfügbar. Die Kohlenersparnis würde bei Annahme eines Vorkriegsverkehrs 700000 t, bei gesteigertem Verkehr etwa 1000000 t im Jahr betragen.

Zunächst werden, zugleich als Versuchsstrecken, zwei Linien umgebaut: von der Mt. Cenis-Bahn der Abschnitt Culoz—Modane (135 km) und von der Küstenbahn Marseilles—Ventimiglia der Abschnitt Carnoules—Ventimiglia nebst den Nebenbahnen Cannes—Grasse und Nizza—Breil (zusammen 174 km). (Vergl. Abb. 1 und 2.)

Besonders die Strecke Culoz—Modane eignet sich sehr gut zu Versuchszwecken. Von Culoz bis St. Pierre d'Albigny verläuft sie horizontal. Von da ab weist sie den Charakter einer Gebirgsbahn auf mit stets zunehmender Steigung bis zu 30‰ in den letzten 15 km. Auf der Strecke laufen internationale Schnellzüge und Güterzüge schwerster Belastung. Auf der Küstenbahn dagegen ähnelt der Verkehr mit dichter Zugfolge mehr dem grofsstädtischen Vorortsverkehr. Ein nicht zu unterschätzender Vorzug ist schliefslich, dafs die Energie erzeugenden Wasserkraftwerke in der Nähe der Versuchsstrecken gelegen sind.

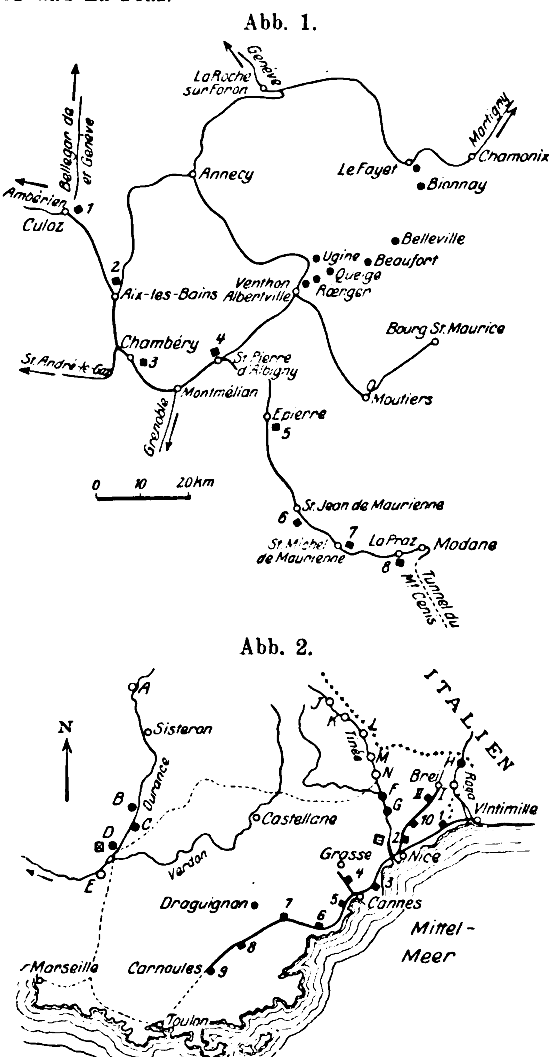
Im Gegensatz zur Paris—Orléans- und zur Südbahngesellschaft verzichtet die P. L. M. auf den Bau eigener Kraftwerke, bezieht vielmehr die für den Bahnbetrieb notwendige Energie von bereits bestehenden Gesellschaften, die die Wasserkräfte der Alpenflüsse ausbeuten.

Den Abschnitt der Mt. Cenis-Bahn versorgt die „Compagnie Paul Girod". Ihre Kraftwerke erzeugen beim derzeitigen Ausbau dauernd etwa 30000 kW bei 57000 kW installierter Leistung, d. s. jährlich 250 Millionen kWh. Der mittlere Bahnbedarf der Strecke

*) Vergl. Organ 1923, Heft 10.

Culoz—Modane beträgt 30 Millionen kWh im Jahr bei Spitzen von etwa 15000 kW. Eine Doppelleitung aus Aluminium mit 193 qmm Seilquerschnitt führt die Energie als Drehstrom von 40 bis 45000 Volt Spannung von Venthon zum Bahnunterwerk der P. L. M. in St. Pierre d'Albigny. Von hier aus laufen zwei Aluminiumleitungen mit 162 qmm Querschnitt für die gleiche Spannung zu den übrigen Unterwerken bis Culoz und La Praz.

Abb. 1.



Erläuterung zu den Kartenskizzen.

Abb. 1. Versuchsstrecke Culoz—Modane der P. L. M.
■ Bahnunterwerke der P. L. M.
● Kraftwerke der Cie. Paul Girod.

Abb. 2. Versuchsstrecke Carnoules—Ventimiglia der P. L. M.
——— Versuchsstrecke.
■ 1—11 Bahnunterwerke der P. L. M.
● Wasserkraftwerke der Société Energie électrique du Littoral méditerranéen im Betrieb.
○ A bis N Projektrierte Wasserkraftwerke der Société Energie électrique du Littoral méditerranéen.
☒ Wärmekraftwerk St. Tulle im Betrieb.
▣ Projektiertes Wärmekraftwerk Lingostière.
— — — — Hochspannungsleitung 120 bis 150000 Volt.

Der Bedarf der Küstenlinie wird auf 60 Millionen kWh jährlich veranschlagt mit Spitzen von 20000 kW und von der Société Energie électrique du Littoral méditerranéen gedeckt. Diese liefert die Energie als hochgespannten Drehstrom von 120 bis 150000 Volt an die Bahnunterwerke.

In den Bahnunterwerken wird der Drehstrom in hochgespannten Gleichstrom von 1500 Volt umgeformt. Neben den Umformersätzen werden in St. Pierre d'Albigny besondere Synchronmaschinen zur Verbesserung des Leistungsfaktors aufgestellt, so dafs dieser, an der Hochspannungsseite in Venthon gemessen, selbst bei schwacher Belastung ständig auf 0,9 gehalten werden kann.

Der Strom wird vom Fahrdraht oder von einer dritten Schiene abgenommen. Für letztere Art der Zuführung stellen gegenwärtig 1500 Volt einen Grenzwert dar. Gleichwohl hat man sich in der Hauptsache für die dritte Schiene entschieden mit Rücksicht auf den einfachen Aufbau und die bequeme Unterhaltung und nicht zuletzt wegen der Schwierigkeiten in der Stromabnahme, die bei gemischtem Betrieb durch Rufsablagerungen am Fahrdraht entstehen. Der in den hohen Gebirgsgegenden auftretenden Eisbildung an den Schienen begegnet man nach Versuchen in befriedigender Weise mit stählernen Stromabnehmern unter Prefsluftdruck bis etwa 200 kg. Nur in gröfseren Bahnhöfen wird die dritte Schiene durch Fahrdrahtzuführung ersetzt um die Gefährdung von Personen zu vermeiden. Sämtliche Lokomotiven sind daher mit doppelter Abnahmevorrichtung ausgerüstet.

Das von der P. L. M. aufgestellte Leistungsprogramm verlangt die Förderung von Schnellzügen
von 500 t mit 75 km/std. in der Steigung von 5‰ Dauerleistung
„ „ „ 50 „ „ „ „ „ 15‰ Stundenleistung
von Güterzügen
von 800 t mit 45 km/std. in der Steigung von 5‰ Dauerleistung
„ „ „ 30 „ „ „ „ „ 15‰ Stundenleistung
bei einer Leitungsspannung von 1350 Volt unter Berücksichtigung von 10% Leitungsverlust.

Zwei Lokomotivgattungen scheinen hinreichend diesen Forderungen zu entsprechen:
eine mit 110 km/std. Höchstgeschwindigkeit für Schnellzüge
und eine mit 80 km/std. Höchstgeschwindigkeit für Personen- und Güterzüge.

Die mit dem Entwurf und der Ausführung betrauten französischen Firmen haben Versuchslokomotiven in sechs verschiedenen Arten herausgebracht. Gemeinsam ist allen der ganz symmetrische Aufbau. Die Maschinen bestehen entweder aus zwei gleichen beweglich gekuppelten Hälften oder aus zwei gelenkig verbundenen Achsgestellen unter einem gemeinsamen Gehäuse. Sie besitzen meist Einzelachsenantrieb über Zahnräder durch Tatzenmotore oder durch ganz gefederte Doppelmotore. Nur eine Lokomotive wird mit hochgelagertem Motor und Stangenantrieb ausgeführt. Die nachstehende Zusammenstellung enthält noch einige bemerkenswerte Angaben:

Lokomotive für	Schnellzüge	Güterzüge
Achsanordnung	2AA-AA2 2B1-1B2	1AAA-AAA1
Achsdruck t	18	16
Reibungsgewicht t	72	96
Dienstgewicht t	118 bis 156	114 bis 116
Gesamtradstand mm	bis 18450	bis 17900
Gesamtlänge mm	bis 22650	bis 21600

Die grofse Motorzahl (6 bis 8) gestattet eine wirtschaftliche Regelung beim Anfahren durch vereinigte Reihen- und Parallelschaltung.

Es steht zu erwarten, dafs die praktischen Versuche mit den Lokomotiven, die im Jahre 1922 in Auftrag gegeben, nunmehr versuchsbereit sind, dazu beitragen, die Frage des Zahnradantriebes auch bei schnellaufenden elektrischen Lokomotiven zu klären.

Sch.

Der elektrische Betrieb auf den englischen Hauptbahnen.

Die Zeitschrift „Engineering" vom 4. April 1924 enthält einen Leitartikel über die elektrische Zugförderung auf den englischen Hauptbahnlinien sowie einen Auszug aus dem von H. E. O'Brien vor der Institution of Electrical Engineers vom 27. März d. Js. gehaltenen Vortrag über die Zukunft des elektrischen Betriebes auf den Hauptlinien der englischen Eisenbahnen.

Die erstgenannte allgemein gehaltene Abhandlung läfst erkennen, dafs die Frage der Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen wie in manchen anderen Ländern so auch in England noch umstritten ist. Unmittelbare Veranlassung zu der Abhandlung bildet der Entschlufs einiger Eisenbahngesellschaften, die in Aussicht genommene Einführung des elektrischen Betriebes aufzuschieben, z. B. der London, Brighton und South Coast Eisenbahn für die noch mit Dampf betriebenen Vorortstrecken sowie die Hauptlinie nach Brighton, ferner der North Eastern Eisenbahn für die Hauptlinie von York nach Newcastle. Auch im englischen Parlament wurde die Frage des elektrischen Betriebes auf Hauptbahnen durch Sir Phil. Dawson

erörtert und zwar vom Standpunkt der Milderung der Arbeitslosigkeit aus; der Facharbeiter stellt einen höheren Wert an Arbeitskraft in einem an Arbeit armen Lande dar, als der ungelernte; an den Facharbeiter hat demnach in erster Linie der Ruf zur Arbeit zu ergehen, umsomehr, als seine Verwendung in der Regel auch die Beschäftigung einer gröfseren Zahl ungelernter Arbeiter nach sich zieht. Da aufserdem die bisherigen Umstellungen auf den elektrischen Betrieb nur günstige wirtschaftliche Ergebnisse gezeitigt haben, so wird der weitere Ausbau des elektrischen Betriebs als eine Arbeit bezeichnet, die in Ansehung der durch sie zu erreichenden Vervollkommnung und Verbilligung des Verkehrs von bedeutendem Einfluss auf die wirtschaftliche Gesundung des Landes sein würde. Eine rege Werbetätigkeit habe einzusetzen, welche nicht blofs die Leiter der Eisenbahngesellschaften von der Notwendigkeit der elektrischen Betriebsform überzeugt, sondern auch die breiten Schichten des Volkes für die Sache gewinnt.

Am Schlusse des Leitartikels wird der eingangs erwähnte Vortrag von H. E. O'Brien einer kurzen Besprechung unterstellt und angeregt, anstelle von allgemeinen Ausführungen wirtschaftlicher Art über den elektrischen Vollbahnbetrieb, wie solche O'Brien bringt, einen einzelnen bestimmten Fall (Strecke) herauszugreifen und diesen der öffentlichen Erörterung zu unterbreiten.

Die Untersuchungen von O'Brien gipfeln nämlich in dem allgemeinen Nachweis der wirtschaftlichen Überlegenheit der elektrischen Betriebsweise auf Hauptbahnlinien gegenüber dem Dampfbetrieb; hierzu werden reiche statistische Unterlagen sowie Erfahrungswerte benützt. O'Brien hebt besonders hervor, dafs es ihm für englische Verhältnisse richtiger erscheint, als Grundlage des Vergleichs beider Betriebsformen die Lokomotivmeile zu verwenden und nicht die Lokomotivzahl je Meile Gleislänge wie R. Smith verfährt, oder auch nicht den Kohlenverbrauch auf 1 Meile Betriebslänge, wie dies M. Parodi der Paris-Orleansbahn getan hat.

Bevor O'Brien die bekannten Nachteile der Dampfzugkraft den Vorzügen der elektrischen Lokomotive gegenüberstellt, streift er kurz noch, welche Bedeutung die Turboelektrolokomotive, die gewöhnliche Turbolokomotive und die Öllokomotive auf die Frage der elektrischen Betriebsform ausübt; erstere kommt nicht in Betracht, weil das Gewicht je erzielbare PS Nutzleistung höher ist als bei Dampflokomotiven, die Anlagekosten gröfser, die Bedienung teuerer als jene der elektrischen Lokomotiven sind. Mehr Aussicht schreibt der Verfasser der gewöhnlichen Turbolokomotive zu, wenn es gelingt, die Nachteile des höheren Gewichts und die verwickelte Anordnung durch Ersparnisse in den Kosten für Feuerung und Kesselausbesserung auszugleichen. Die Öllokomotive, welche zur Zeit noch in den Kinderschuhen steckt, kann nach Ansicht des Verfassers erst dann ernstlich den Wettkampf mit der Elektrolokomotive aufnehmen, wenn es gelingt, eine Maschine zu bauen, die in der Anschaffung nicht teuerer kommt, als eine Dampflokomotive, deren Feuerungskosten etwa die Hälfte der letzteren betragen und die aufserdem einmännige Bedienung ermöglicht und niedrige Unterhaltungskosten aufweist.

Einen besonderen Vorzug der elektrischen Betriebsform sieht O'Brien in dem Freiwerden zahlreicher Gleise infolge des Wegfallens des Wendens der Lokomotiven, des Einfahrens in die Schuppen, des Fassens von Kohlen und Wasser; deshalb ist die Wirtschaftlichkeit erst dann gesichert, wenn mit der Umstellung es nicht mehr nötig ist, einen Teil der Dampflokomotiven mit den von diesen benötigten Einrichtungen für Kohle, Wasser, Reinigung usw. im Dienst zu behalten. Daher sind Übergangsbahnhöfe, in welchen gemischter Betrieb sein mufs, von grofsem Nachteil.

Mehr Bedeutung als vorstehenden allgemeinen Ausführungen kommt den ziffernmäfsigen Werten zu, welche O'Brien seinen Vergleichen zugrunde legt; dabei wird darauf hingewiesen, dafs ein Vergleich der Kosten für eine Dampflokomotivmeile einer Hauptbahnlinie mit den Kosten für den elektrischen Vorortbetrieb nicht zu günstigen Schlüssen für die elektrische Betriebsweise der Hauptbahnen führt, weil der Vorotbetrieb wegen der hohen Beschleunigung und den zahlreichen Haltestellen kostspieliger ist als der Hauptbahnbetrieb.

Für einen Dampflokomotivpark von 10302 Stück gibt O'Brien eine durchschnittliche Leistung von jährlich 34000 Lokomotiv-km an (41900 km im Personen-, 29400 km im Güterverkehr); die Instandhaltungskosten je Dampflokomotiv-km schwanken zwischen 23,8 und 36,45 Pfg., der Durchschnitt liegt bei 30,6 Pfg. In der Abhandlung ist darauf hingewiesen, dafs obige Kostensätze auch die Unterhaltungskosten zahlreicher kleiner Lokomotiven mit geringen Leistungen einschliefsen und dafs die Unterhaltungskosten der Dampflokomotiven jener Strecken, auf denen zuerst der elektrische Betrieb eingeführt wird, erheblich über dem Durchschnitt liegen. Auf den bereits elektrisch betriebenen Vorortstrecken Englands beträgt die durchschnittliche kilometrische Leistung je Zug und Jahr 58500 bis 76000 km. Die Unterhaltungskosten je Zug-km schwanken zwischen 11,1 und 31,7 Pfg.; im Durchschnitt betragen sie 22,1 Pfg. Der Unterschied ist im Alter und in der Bauart der elektrischen Ausrüstung begründet. Auf Grund dieser Unterlagen kommt O'Brien zu folgendem Vergleich zwischen dem Dampf-Vollbahnbetrieb einerseits und dem Vorortverkehr bei Dampf- bzw. elektrischem Betrieb andererseits.

Übersicht 1.

Ausgaben für	Dampfbetrieb auf Hauptlinien	Dampf-Vorortverkehr	elektrischer
	Kosten je Lokomotiv-km	Geschätzte Kosten bei einem dem elektrischen Betrieb gleichwertigen Dampfbetrieb	Kosten je Zug-km
	Pfg.	Pfg.	Pfg
Oberleitung	2,84	2,64	unten enthalten
Löhne, die mit der Zugkraft zusammenhängen	53,70	52,80	17,75
Feuerung oder Strom	41,40	63,40	92,10
Wasser	1,75	2,64	—
Schmierung	1,86	2,64	0,42
Ersatzteile	2,37	2,11	—
Ausbesserung	36,50	47,55	27,90
Verschiedenes	0,52	0,21	0,53
Zusammen	140,94	173,99	138,70

Auf Grund der Erfahrungen auf den bereits elektrisch betriebenen Strecken schliefst der Verfasser, dafs die Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven sich auf etwa $^1/_3$ bis $^1/_4$ jener der Dampflokomotiven belaufen werden. Die Lebensdauer eines neuzeitlichen Kollektors wird auf 1,2 Millionen Lokomotiv-km geschätzt. Durch die geringen Unterhaltungsarbeiten an den elektrischen Lokomotiven wird ferner ermöglicht, dafs diese eine jährliche Leistung von 65000 bis 80000 km erreichen; an persönlichen Ausgaben werden rund $^1/_3$ erspart. Den wirtschaftlichen Vergleich beider Betriebsformen für Hauptbahnen veranschaulicht nachstehende Übersicht 2:

Betriebs- und Unterhaltungskosten je Lokomotiv-km ausschliefslich Erneuerung, Feuerung bzw. Strom.

	Dampfbetrieb 1922 Pfg.	elektrischer Betrieb geschätzt Pfg.	Minderung der Kosten beim elektrischen Betrieb %
Oberleitung	2,84	2,84	—
Lokomotivpersonal	39,60	26,40	33,3
Unterhaltung	36,48	12,16	66,0
Wasser	1,75	—	100,0
Schmierung	1,86	0,62	66,0
Ersatzteile	2,37	1,18	50,0
Verschiedenes	0,52	0,52	--
Sonstige Löhne in den Schuppen	13,03	3,27	rund 75,0
Zusammen	99,45	46,99	rund 53,0

Schliefslich geht O'Brien in längeren Ausführungen auf die Strompreisfrage und den Wirkungsgrad der Kraftübertragung ein. Für erstere ist eine Übersicht für verschiedene Ausnützungswerte der Stromerzeugungsanlagen zusammengestellt, die nachstehend wiedergegeben ist:

Übersicht 3. Stromkosten für die an die Hochspannungsfernleitungen abgegebenen Einheiten.

Kraftwerk	A	B	C	D	Kraftwerk für elektrischen Vorortbetrieb	Kraftwerk für elektrischen Hauptbahnbetrieb (geschätzt)
Ausnützung in % . .	25,3	31,2	25,2	—	40	50
Kohle je Einheit in lib.	1,86	1,95	2,4	1,9	2,4	1,8
Kosten in Pfg. für:						
Kohle	1,27	1,56	1,64	1,10	1,68	1,21
Schmier- und Putzmittel usw. . . .	0,03	0,037	0,043	0,043	0,017	0,017
Unterhaltung	0,299	0,293	0,393	0,425	0,297	0,212
Gehälter und Löhne .	0,353	0,409	0,473	0,637	0,484	0,382
Verzinsung und Tilgung 8%	1,81	1,66	1,57	1,70	0,88	1,41
Gesamtkosten in Pfg. je abgegebener Stromeinheit	3,762	3,959	4,119	3,905	3,358	3,231

Die angeführten Strompreise sind besonders zum Vergleich mit den Preisen für Wasserkraftstrom wertvoll.

Der Wirkungsgrad der Kraftübertragung wird in nachstehender Weise angegeben:

Übersicht 4. Wirkungsgrad der Kraftübertragung (%).

	Vorhandene elektrische Vorortbahnen	O'Briens-Schätzung	Parodi's-Schätzung	Roger Smith's-Schätzung
Hochspannungsfernleitung	97	94,5	95	95
Umspannung und Umformung	91	92	83	85
Niederspannung (Fahrleitung)	90	90	95	90
Wirkungsgrad bis zum Radumfang	85	85	85	85
Gesamtwirkungsgrad . .	67,5	66,5	63,6	60

Bei Beurteilung aller ziffernmäfsigen Angaben ist zu beachten, dafs es sich bei den Untersuchungen um Gleichstrombetrieb handelt; da aufserdem die Verkehrsverhältnisse wesentlich von jenen des Festlandes verschieden sind, dürften die mitgeteilten Ziffern mit Vorsicht zu verwerten sein. Na.

Elektrischer Bahnbetrieb in Norwegen.

Der Entwicklung, die das Eisenbahnwesen etwa seit Mitte des vorigen Jahrhunderts in den meisten Kulturländern der Erde genommen hat, konnte das dünnbevölkerte, weitausgedehnte und kapitalarme Norwegen nicht recht folgen. Seit dem ersten Bahnbau um 1850 ging der Ausbau des norwegischen Bahnnetzes nur mit grofsen wirtschaftlichen Opfern und teilweise unter Überwindung der gröfsten technischen Schwierigkeiten vor sich. Nur selten laufen diese Bahnen durch verhältnismäfsig dicht bevölkerte und wohl angebaute Landstriche, meist handelt es sich um lange, enge Talsenken mit nur schmalen Bebauungsstreifen, und vielfach führen die Bahnen über mächtige unbebaute Hochgebirgsgefilde. Abgesehen von diesen durch grofse Entfernungen und dünnen Verkehr bedingten wirtschaftlichen Erschwernissen bewirkt die Schwierigkeit des Geländes und des Klimas, dafs Bauweisen angewendet werden mufsten, die im Kostenpunkt mindestens für die kleineren, weniger verkehrsreichen Bahnen in keinem Verhältnis zur Verkehrsgröfse stehen. Trotz aller dieser erschwerenden Umstände bringt der Zwang der Bedürfnisse in Norwegen immer wieder die Frage neuer Eisenbahnpläne auf die Tagesordnung.

Generaldirektor Holtfodt hat seinerzeit vielbeachtete Mitteilungen gemacht über einen neuen 1300 Millionen Kr. umfassenden Eisenbahnplan, der aufser den Stammbahnen, der Sörlandsbahn und der Nordlandbahn, die dazu bestimmt sind, das Rückgrat der Verkehrsverbindungen des Landes zu bilden, auch ein Netz von Zweig- und Nebenbahnen umfassen soll. Der Plan ist insbesondere von der wirtschaftlichen Seite nicht unbestritten geblieben und es ist bezweifelt worden, ob die Kapitalkraft des Landes derartigen Millionenplänen, die zudem noch die Einrichtung von Fähren u. a. zur Voraussetzung haben, gewachsen sei und ob nicht durch Einrichtung von Automobilverkehr auf schon bestehenden oder neu zu erbauenden Strafsen, unter Umständen auch durch Wasserstrafsenverkehr, dem Bedürfnis an kostspieligen Seitenlinien viel billiger und schneller genügt werden könne. Hierbei wurde auch die Frage des elektrischen Betriebs der norwegischen Bahnen, die sich gegenwärtig bei den Hauptdirektionen der Eisenbahnen und des Flufsbauwesens in Bearbeitung befindet, berührt. Es handelt sich hier für Norwegen um eine heikle, vielumstrittene Frage, denn weiten Kreisen gehen die Vorarbeiten hierfür zu langsam vor sich. Sie weisen darauf hin, dafs, nachdem im Jahre 1894 ein kgl. Ausschufs zur Festsetzung der elektrisch zu betreibenden Bahnstrecken eingesetzt worden war, die Sache nun schon bald 30 Jahre nicht vom Flecke komme und dafs man nach dieser Richtung an Ergebnissen bisher nur ein paar kleine Privatbahnen und die schon vor 10 Jahren beschlossene Drammenbahn aufweisen könne.

Es wird von seiten der Fachleute, wie wir einem von Direktor Lund in der technischen Vereinigung von Trondhjem am 7. Februar 1922 gehaltenen Vortrag entnehmen, behauptet, dafs der Umstand, dafs im Lande der Automobilverkehr sichtlich auf verhältnismäfsig sehr grofse Entfernungen mit der Eisenbahnbeförderung in Wettbewerb treten könne, darin seine Erklärung finde, dafs das norwegische Eisenbahnwesen an grundlegenden Mängeln, einer grofsen Reibungsziffer in der Verwaltung und allzugrofsem totem Gewicht beim rollenden Material leide.

Von elektrischem Betrieb der Eisenbahnen war in Norwegen schon lange die Rede, die Grundfrage bildet hierbei die Bestimmung des nötigen Energieverbrauchs, und hier ist nach Ansicht Lunds von viel zu hohen Ziffern und zu weit schweifenden Gedanken ausgegangen worden. Er glaube beweisen zu können, dafs der Eisenbahntransport Norwegens vom Jahre 1918 von elektrischen Gleichstromlokomotiven mit einer Arbeitssumme von durchschnittlich 6500 PS am Radumfang bewältigt werden könne. Der Wasserkraftausschufs vom Jahre 1913 ging davon aus, dafs die Umstellung auf elektrischen Betrieb in Verbindung mit dem allgemeinen Drehstrom des Landes erfolgen solle. Dies hielt auch Lund für richtig, aber das System sei durch die Drammenbahn, die mit Einphasenstrom betrieben wird, durchbrochen worden. Der Ausschufs hatte sich den Ausbau der Eisenbahnen nach dem Einphasensystem so gedacht, dafs eine Strecke von 50 km Länge von einem Umspannwerk am einen Ende betrieben werden könne und dafs zwischen zwei Umspannwerke eine Entfernung von 100 km treten könne. Es hat sich indessen gezeigt, dafs der Betrieb längerer Einphasenbahnen mit einseitiger Stromzuführung wegen der Störung der Schwachstromleitungen bedenklich ist. Bei Stromzuführung von beiden Enden wird die Induktion auf ein Drittel oder noch weniger eingeschränkt. Wo aber dieser Gesichtspunkt beachtet werde, da seien die Anlagekosten höher als für Gleichstrombetrieb; letzterer habe aufserdem noch andere grundlegende Vorteile in der Ausnutzung der Bremskraft und in geringerer Spitzenbelastung im Vergleich zur mittleren Belastung. Das war, als der Ausschufs 1913 sich aussprach, noch nicht bekannt. Die Strecke Kristiania-Asker der Drammenbahn sollte 1922 mit Einphasenstrom und mit Stromzufuhr nur vom einen Ende aus in Betrieb gesetzt werden. Grofse Beträge seien auf Telephonumlegungen verwendet worden. Das ganze sei ein Versuch. — Im „Electrical Journal" August 1920 bezeichnet A. W. Copley einen solchen Einphasenbetrieb nur vom einen Ende aus als die vermutlich unvorteilhafteste Art wie eine Einphasenbahn gebaut werden könne.

Zum Betrieb der Drammenbahn ist, abweichend von den Vorschlägen des Wasserkraftausschusses 1913, eine Kraftanlage in Hakavik gebaut worden. Selbst wenn die Drammenbahn als Einphasenbahn gebaut werden sollte, war kein Grund vorhanden, eine Kraftanlage wie Hakavik zu bauen. Es sind dort Maschinen für eine Höchstbelastung von 15000 kW vorhanden, während die Wasserkraft nur für eine mittlere Belastung von 1100 kW ausreicht. Die

vollständig fertige Station wird Maschinen und Reservemaschinen für eine Spitzenbelastung von 20000 kW haben; bei Zuleitung von anderen Wasserläufen wird aber Wasserkraft nur für 2800 kW geschaffen werden können. Dabei wird die 23 km lange Bahn an Hakavik für Energieverbrauch allein mehr bezahlen müssen, als der Wasserkraftausschufs vom Jahre 1913 als Bezahlung seitens der Smaalensbahn, Kristiania-Gjovikbahn, Kongsvingerbahn, Kristiania-Drammenbahn, Drammen-Skienbahn, Drammen-Randsfjordbahn und der Hovedbahn mit einer Gesammtbelastung von 44000 PS für den jährlichen Kraftverbrauch ansetzte.

Aufser der Drammenbahn ist auch die norwegische Ofotenbahn zu elektrischem Betrieb nach dem Einphasensystem übergegangen. Man mufs die Energie hierfür von Schweden beziehen. Bei diesem Energiebezug aus dem Auslande müssen auf Verlangen des norwegischen Generalstabes die Dampflokomotiven als Reserve beibehalten werden. — Wäre die Ofotenbahn nach dem Gleichstromsystem elektrifiziert worden, so hätte sie nach Meinung Lunds keine Energie beziehen brauchen, denn die belastet zu Tal fahrenden Erzzüge hätten den für den Bahnbetrieb notwendigen Strom geliefert.

Zu den weiteren Vorteilen des Gleichstromes rechnet Lund die Möglichkeit, unmittelbar mit Akkumulatoren zusammen zu arbeiten. Dadurch kann, wenn erforderlich, die Spitzenbelastung noch weiter eingeschränkt werden.

Die Einsparung an Anlagekosten bei Gleichstrom im Vergleich zu den Dampfbahnen wird nach Lund dadurch erzielt, dafs die Lokomotivanschaffung, auf die Tonne Fördermenge ausgerechnet, billiger ist. Der Oberbau kann ferner für einen Achsdruck von 10 t gegen 17 t bei Dampflokomotiven hergestellt werden. Die Brücken können für ein Lokomotivgewicht von 3,5 t/m gegen jetzt 7,5 t/m gebaut werden. Auch der Unterbau wird insofern billiger, als stärkere Steigungen angewendet werden können. Man braucht keine Wasserstationen und kommt mit kleineren Lokomotivschuppen und teilweise ohne solche Schuppen und ohne Drehscheiben, mit kleineren Kreuzungsstationen und kleineren Werkstätteanlagen zurecht. Es hat sich gezeigt, dafs Bahnen, die zu elektrischem Betrieb und diesem angepafstem Fahrplan übergingen, eine starke Transportsteigerung erfuhren. Lund glaubt aus all diesem einen um 23 Millionen Kr. besseren Jahresabschlufs der Bahnen ableiten zu können. Dabei würde noch das Transportvermögen zunehmen und die wirtschaftliche Entwicklung im Lande gefördert werden. Nach Lund wäre der gegenwärtige Zeitpunkt für Durchführung der Elektrifizierung auch nach der Lage des Geldmarktes günstig und es sollte möglichst bald in die Ausführung eingetreten werden. Dr. S.

Elektrische Zugförderung in Japan.

Zwischen den 30,6 km voneinander entfernten Städten Tokio und Yokohama bestand schon bisher elektrischer Triebwagenverkehr. Nunmehr geht die japanische Regierung daran, die elektrische Zugförderung in grofszügiger Weise auszubauen. Zunächst soll der eingangs genannte elektrische Städteverbindungsverkehr bis Odowara und Yokosuka ausgedehnt werden. Letzteres, ein Schiffsstützpunkt, liegt 37 km, ersteres 53 km von Yokohama entfernt. Der einschneidendste Teil des Bauplanes ist jedoch die Einführung des elektrischen Betriebes auf der wichtigsten Verkehrsader des Landes, der sogenannten „Tokaido"-Linie, die von Tokio über Yokohama, Nagoya, Kyoto, Osaka nach Kobe führt und rund 605 km lang ist. (Zum Vergleiche: Leipzig - Magdeburg 119 km; Breslau — Hirschberg — Görlitz 203 km; Garmisch—München—Regensburg 238 km; Innsbruck—Bludenz—Feldkirch 183 km; Chiasso—Luzern—Olten—Basel 320 km; Luleå—Narvik 475 km).

Von den für die Durchführung des elektrischen Betriebs (Gleichstrom 1500 Volt) erforderlichen Lokomotiven wird der gröfste Teil aus England geliefert. Im „Engineering" vom 25. Januar 1924 ist die Bauart der Schnellzuglokomotive mit der Achsanordnung 2 C — C 2 (mit Abbildungen), beschrieben, von welchen 8 Stück durch die English Electric Company, Limited, Kingsway, London geliefert werden, welche aufserdem noch 28 Stück elektrische Lokomotiven mit der Achsanordnung B - B für Japan baut.

Bei der in Japan vorhandenen schmalen Spur von 106,6 cm ist die Unterbringung der für die Schnellzuglokomotiven erforderlichen Stundenleistung von rund 1800 PS besonders bemerkenswert. Es sind 6 Motoren für je 300 PS Stundenleistung angeordnet; je zwei Motoren arbeiten bei 1500 Volt dauernd in Reihe. Der Rahmen der Lokomotive ist auf zwei Spurwagen gelagert, von denen jeder mit drei Triebachsen und einem in einem Zapfen beweglichen Drehgestell ausgerüstet ist. Das Gewicht der Lokomotiven beträgt 100 t; auf jede Triebachse entfallen etwa 12 t, auf jede Laufachse 7 t. Der Triebraddurchmesser beträgt 1396 mm.

Von der elektrischen Ausstattung ist die Verwendung der „Kammsteuerwalze" („Camshaft Controller") der English Electric C. bemerkenswert, die von einem Elektromotor angetrieben wird, der seinerseits durch die in den Führerständen befindlichen Meisterwalzen zu betätigen ist. Durch die Kammwalze, die aus einer Reihe von Stahl-Kniehebeln besteht, die auf einer mit Glimmer isolierten Welle sitzen, wird die gruppenweise Schaltung der Motoren und die Änderung der Widerstandsgröfsen in den Motorstromkreisen geregelt. Mit dem Antrieb der Kammwalze ist ein Netzschalter derart verriegelt, dafs die Walze in der Richtung „Vorwärts" nur betätigt werden kann, wenn der Netzschalter geschlossen ist und umgekehrt; dadurch entfallen Funkenlöscher.

Die Steuereinrichtungen sind an den Längswänden des Lokomotiv-Aufbaues in mit Schiebetüren abgeschlossenen Räumen angeordnet; die Türen sind mit dem Hauptschalter verriegelt. Zwischen den beiden Räumen ist ein Umformer aufgestellt, der den Steuerstrom von 110 Volt erzeugt. Dieser fliefst vom Fahrschalter zum Stufenregler der Kammwalze und von hier zum Antrieb der letzteren. Wird der Fahrschalter eingerückt, so läuft der Antrieb der Kammwalze an und bringt sie in die durch den Fahrschalter festgelegte Stellung. Ist diese erreicht, so bringt eine in den Stufenregler der Walze eingebaute Auslösung den Antrieb augenblicklich zur Ruhe. Der Antrieb des Umformers zur Erzeugung des Steuerstromes treibt noch zwei Lüfter an zum Kühlen der Hauptmotoren. Bei Schäden am Umformer springt als Ersatz ein Speicher ein, der 4 Stunden lang den erforderlichen Strom liefern kann.

Der Antrieb des Luftverdichters für die Versorgung der Stromabnehmer und der Luftdruckbremse wird gleichfalls von der 110 Volt-Seite des Umformers aus versorgt, desgleichen der Sauger für die Luftsaugebremse. In der Abhandlung ist angedeutet, dafs die Japanischen Eisenbahnen die Luftsaugebremsen aufgeben werden. Na.

Bücherbesprechungen.

Elektrische Zugförderung von Dr. Ing. E. E. Seefehlner, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1924. 2. Auflage, 659 Seiten. Preis gebunden Mk. 48.—.

Mit dem vor zwei Jahren erstmals herausgegebenen Werk über elektrische Zugförderung ist Seefehlner einem dringenden Bedürfnis gerecht geworden; das Buch erfreute sich deshalb in allen Fachkreisen der lebhaftesten Zustimmung und war in der ersten Auflage rasch vergriffen. Die nunmehr erschienene zweite Auflage des Buches weicht grundsätzlich wenig von der ersten Ausgabe ab und berücksichtigt im allgemeinen die in der Zwischenzeit gemachten Erfahrungen und Verbesserungen.

Wie früher werden im ersten Teil des Buches die allgemeinen Fragen der elektrischen Zugförderung behandelt. Der zweite Teil bringt in übersichtlicher Weise kurzgedrängte Ausführungen über die Stromerzeugung.

Im dritten Teil werden ausführlich alle Gesichtspunkte dargelegt, die für die Theorie, die Berechnung und praktische Ausführung der Leitungsanlagen mafsgebend sind. Hier wäre es wohl zweckmäfsig gewesen, in dem Kapitel über Fernwirkungen die Einwirkungen auf Schwachstromleitungen etwas eingehender zu behandeln und auch die Mafsnahmen (Grundsätze für die Verkabelung, Anlage von Saugtransformatoren usw.) kurz zu erörtern, die zur Behebung der auftretenden Störungen notwendig sind. Bei der weitgehenden Elektrisierung, die die Deutsche Reichsbahn gegenwärtig durchführt, wäre es ferner angezeigt gewesen, auf die deutsche Einheitsfahrleitung kurz einzugehen, die auf Grund der zahlreichen Erfahrungen mit den bisherigen Sonderbauarten der einzelnen Firmen durchgebildet worden ist. Die auf Seite 122 gebrachte Darstellung von Verbundkettenwerken hat, soweit die Deutsche Reichsbahn in Betracht kommt, nur mehr historische

Bedeutung. Auch eine kurze Darstellung der auf der Riksgränsenbahn verwendeten Leitungsbauart wäre von Vorteil gewesen. In dem Kapitel Isolatoren wird der Hinweis auf die neuerdings zahlreich verwendeten Bauarten der Kugel- und Kegelkopfisolatoren vermifst. Auch eine weitere Behandlung der schwierigen Fragen der Streckentrenner wäre wünschenswert gewesen, desgleichen die Wiedergabe einiger Bilder von neueren Mastschaltern.

Im vierten Teil des Buches sind die Fahrzeuge übersichtlich und auf das eingehendste behandelt. Die Bewegungsgesetze erfahren eine gründliche und gegen die 1. Auflage erweiterte Darstellung. In diesem Zusammenhange möchte bezüglich des Bogenlaufes auf die grundlegende Arbeit von Dr. Uebelacker hingewiesen werden, die in dem einschlägigen Literaturverzeichnis wohl versehentlich nicht erwähnt ist, und die seinerzeit im Ergänzungsband zum „Organ“, Jahrgang 1903 veröffentlicht wurde. Unter dem Absatz Achsdruck ist der für Deutschland zulässige Achsdruck elektrischer Lokomotiven mit 16,0 t angegeben. Dieser wurde jetzt bei den neuen Lokomotiven auf 18,4 t erhöht; neuesten Entwürfen wird ein solcher von 20 t zugrunde gelegt. Bei der Behandlung der elektrischen Ausrüstung der Fahrzeuge verdient besondere Erwähnung der unter Mitwirkung von Dr. Winkler aufs sorgfältigste bearbeitete Abschnitt über Erwärmung und Abkühlung der Motoren.

Weiterhin möchte besonders die eingehende Behandlung der Getriebebauarten hervorgehoben werden. Hier ist das Gebiet der Schüttelschwingungen des massenreichen Parallelkurbelgetriebes gegenüber der 1. Auflage unter Verwendung einer Originalarbeit von Dr. Winkler völlig neu bearbeitet. Besondere Beachtung verdienen die neuen Vorschläge über die Verwendung von Bogenschubkurbelsystemen. Neu ist auch die Darstellung des Lentzgetriebes. Dagegen erscheinen die Gestellmotoren für Einzelantrieb nicht ausreichend behandelt. Hier hätte vor allem der bei den Schweizerischen Bundesbahnen in zahlreichen Ausführungen verwendete BBC (Buchli)-Antrieb, der auch bei der Deutschen Reichsbahn bei den schweren Schnellzuglokomotiven Verwendung fand, eingehender behandelt werden müssen; auch eine Darstellung des Westinghouse-Antriebs, der bei den Sécheron-Lokomotiven der SBB ausgeführt ist und der noch weitere Entwicklungsmöglichkeiten bietet, hätte Erwähnung verdient. Hingegen liegt der dargestellte Tschanzantrieb nur in einer Ausführung vor und wird dem Vernehmen nach nicht mehr gebaut. Auch eine eingehendere Behandlung der gefederten Riegel, bei denen neuerdings häufig Lamellen mit regelbarer Dämpfung verwendet werden, wäre zweckmäfsig gewesen.

Bei den Kapiteln über Steuerungen, Stromabnehmer, Nebeneinrichtungen, wäre es wohl angezeigt gewesen die Einheitskonstruktionen der Deutschen Reichsbahn zu berühren, die sich aus den bisherigen Erfahrungen herausgebildet haben und der gegenwärtigen umfangreichen Beschaffung von rund 170 Lokomotiven zugrunde gelegt wurden. Das gleiche trifft zu auf die im Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen festgelegten Grundsätze über die elektrische Heizung und die für Deutschland, Österreich und die Schweiz einheitlich festgelegte Bauart der Heizkupplung. Nicht behandelt wurden ferner die wichtigen Fragen über Ölschalter und die Lokomotivtransformatoren, bei denen die Frage der Ölkühlung eine besondere Rolle spielt.

In den Bauregeln für Triebfahrzeuge gibt der Verfasser wertvolle Unterlagen für den Konstrukteur. Nahezu lückenlos erscheinen auch die wesentlich erweiterten Angaben über ausgeführte Lokomotiven aller Länder, die mit zahlreichen Abbildungen versehen sind und dem Fachmann als sehr schätzenswerter Behelf dienen. Soweit auf den Seiten 434—436 die in den Jahren 1922 und ff. neubestellten Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn aufgeführt sind, können die Zahlenangaben, die aus vorläufigen Veröffentlichungen der Entwurfszeit stammen, nicht als endgültig betrachtet werden und müssen durch die vor kurzem erfolgten Beschreibungen ergänzt werden.

In dem fünften Teil des Werkes endlich behandelt Ing. Peter Zürich in übersichtlicher Weise eingehend die Zahnbahnen, Stand- und Schwebeseilbahnen. Besonders zu erwähnen ist hier die von dem Verfasser neu aufgestellte Ableitung über das theoretische Längenprofil für unveränderliche Zugkraft, seine Bearbeitung der Gefällausrundungen, der Kettenlinien- und Planparabelausrundung.

In einem Anhang ist ein kurzer Abrifs der angewandten Nomographie beigegeben, die in dem Werke zahlreiche Anwendung findet, wodurch über mannigfache schwierige Fragen ein rascher Überblick gewonnen werden kann.

Nicht unerwähnt möchte auch das jedem Abschnitt des Buches vorausgesandte einschlägige umfangreiche Literaturverzeichnis bleiben, das für weiter Forschende nicht hoch genug geschätzt werden kann, und das dem gesamten Werke zum besonderen Vorteil gereicht.

Sind in vorstehendem auch verschiedene Wünsche nach dieser oder jener Ergänzung vorgebracht, so soll damit in keiner Weise dem Werte des Buches Abbruch getan werden. Das Buch ist, wie schon eingangs erwähnt, einzigartig auf seinem Gebiet und stellt den Stand der in so raschem Fortschreiten begriffenen elektr. Zugförderung in mustergültiger Weise dar. Allen auf diesem Gebiet tätigen Fachleuten wie den Studierenden kann es daher nur auf das wärmste empfohlen werden, zumal es auch in der beim Springer schen Verlag bekannten gediegenen Ausstattung erscheint.

Otto Michel.

Für weitere Aufschlüsse sei aus der **neueren Literatur über elektrische Zugförderung** folgender kurze Hinweis gegeben:

Gleichmann, Denkschrift über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den bayer.Staatseisenbahnen, eingehend besprochen in „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen“ 1908, Heft 14.

Wachsmuth, Die Steuerungen der elektrischen Wechselstromlokomotiven der preufsischen Staatsbahnen, Glasers Annalen 1916, Seite 947.

Gerstmayer, Die Wechselstrombahnmotoren, Verlag Oldenbourg, 1919.

Döry, Einphasenmotoren, Verlag Vieweg 1919.

Brown Boveri, Mitteilungen, Baden 1919, Heft 4, Die neuen SBB Wechselstromlokomotiven.

Cramer, Die Fahrdrahtleitung der Gotthardbahn E. T. Z. 1922, Seite 687.

Brown Boveri, Mitteilungen, Baden 1922, Heft 5, Einphasen-Schnellzuglokomotiven mit Einzelachsantrieb der Bauart BBC.

Sachs, Die Elektrisierung der Gotthardstrecke Luzern—Chiasso der Schweizerischen Bundesbahnen E. T. Z.

Schweizer Techniker Zeitung, 1922, Nr. 48—51, Zur Elektrifikation der Schweizer Bundesbahnen. I. Triebfahrzeuge. II. Kraftwerke.

Gleichmann, Die elektrische Zugförderung auf den Deutschen Reichsbahnen, Organ 1922, Heft 9, 10, 11.

Wechmann, Mitteilungen aus dem elektrischen Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahn E. T. Z. 1922, Heft 24, 25, 27.

Wichert, Die Leistungseigenschaften der Elektrolokomotiven, Zeitschrift des V. D. J. 1922, Seite 1080.

Kleinow, Elektrische Zugförderung, Glasers Annalen 1923, Nr. 1110.

Kleinow, Antrieb für elektrische Lokomotiven mittels Kuppelstangen, Organ 1923, Heft 4.

van Nes, Die ersten Gebirgs-Schnellzuglokomotiven der österr. Bundesbahnen, Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau“ 1923, Seite 361.

Döry, Die Schüttelerscheinungen elektrischer Lokomotiven mit Kurbelantrieb. Verlag Vieweg 1923.

Dittes, Über den gegenwärtigen Stand der Vollbahnelektrisierung unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten für die Elektrisierung der österr. Bundesbahnen bis zum Beginn des Jahres 1924, Elektrotechnik und Maschinenbau, 1924, Maiheft.

Kleinow, Die elektrischen Lokomotiven, unter besonderer Berücksichtigung der Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn, E. T. Z. 1924, Seite 547.

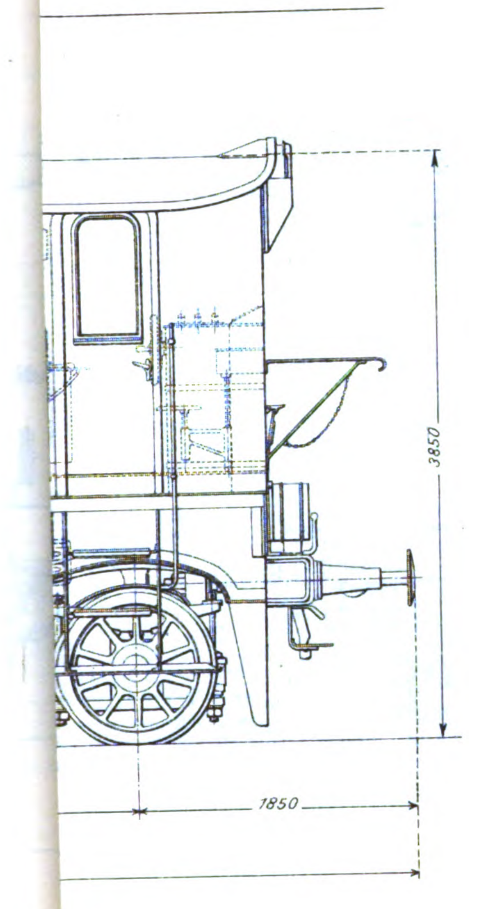
Winkler, Die Schüttelschwingungen elektrischer Lokomotiven mit Stangenantrieb, Elektrotechnik und Maschinenbau, 1924, Seite 241.

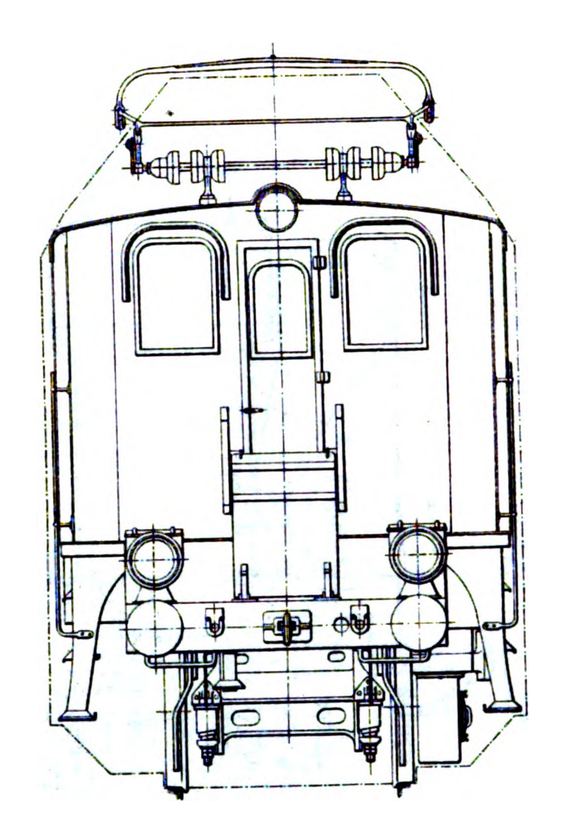
Wechmann, Die elektrische Zugförderung der Deutschen Reichsbahn, Rom-Verlag Mittelbach Charlottenburg 1924.

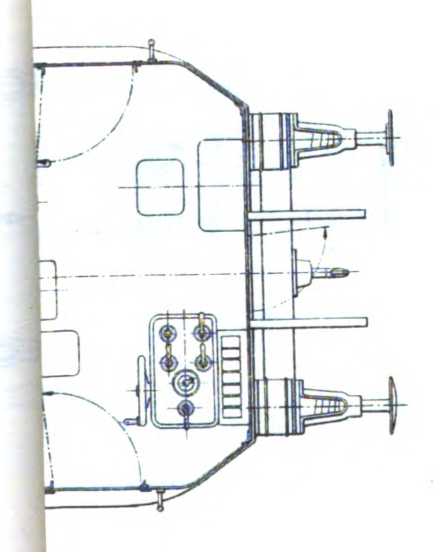
Michel.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Abb. 2.







Elektrische Schnellzuglokomotive
Bauart 1 A A A A 1
der Deutschen Reichsbahn.

Maßstab 1 : 50.

Zum Aufsatz: Die neuen elektrischen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn.

C.W.Kreidel
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

1924 HEFT 11

ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang | **15. September 1924** | **Heft 11**

Heifsdampf-Vierzylinder-Verbund-Zahnradlokomotive E + 1Z Bauart Württemberg.

Von Dr. Ing. Kittel, Abt.-Direktor a. D. in Stuttgart.

Hierzu Tafel 25 und 26.

Für die im Zuge der regelspurigen Nebenbahn Reutlingen — Schelklingen liegende Zahnradstrecke Honau—Lichtenstein war eine stärkere Lokomotive dringendes Bedürfnis geworden, nachdem die ihrer Hauptanordnung nach aus dem Jahre 1892 stammende 1 C + 2 Z Zahnradlokomotive Bauart Klose*) den gesteigerten Anforderungen an Zugkraft und Kesselleistung nicht mehr genügte. Da eine genügend leistungsfähige, zu den Verhältnissen der genannten Strecke passende Bauart nicht vorlag, entschlofs man sich im Jahre 1921 zu einem neuen Entwurf, der in stetem Benehmen mit der Reichsbahndirektion Stuttgart (Abteilungsdirektor Kittel und Oberregierungsbaurat Dauner) von der Maschinenfabrik Efslingen (Direktor Trick und Oberingenieur Günther) durchgeführt wurde. Im nachstehenden soll die Bauart dieser Lokomotive beschrieben werden, über deren Leistungen und Dampfverbrauch bei mehreren Versuchsfahrten, auch im Vergleich zur Reibungslokomotive T 20 der deutschen Reichsbahn Nordmann in seinen hochbedeutenden Ausführungen über den Eisenbahnbetrieb auf Steilrampen mit Zahnrad- und Reibungslokomotiven unlängst**) eingehend berichtet hat, wobei er die Lokomotive als wohlgelungen, gut durchgebildet und wirtschaftlich bezeichnen konnte.

Die Lokomotive ist in erster Linie für die 13,2 km lange Strecke Reutlingen—Lichtenstein mit der annähernd 2 km langen Zahnstrecke Honau—Lichtenstein bestimmt, hat aber auch einzelne Züge von Lichtenstein bis Schelklingen (45 km) zu führen und soll aufserdem auf der Linie Freudenstadt—Klosterreichenbach mit Zahnstrecken von 1 : 20 und 1 : 22 verwendbar sein. Für das Zahntriebwerk war daher mit der Höchstgeschwindigkeit von 20 km/Std. zu rechnen. Die Reibungsstrecke Reutlingen—Honau***) weist fast durchweg Steigungen von 22,2 v. T. und mehrfach Bögen von 300 m Halbmesser auf, von der Zahnstrecke mit der gleichmäfsigen Steigung von 1 : 10 = 100 v. T. liegen 60 v. H. in Bögen von 280 m Halbmesser. Nach den Lieferbedingungen sollten auf der Reibungsstrecke mindestens 300 t mit 20 km/Std. und auf der Zahnstange Züge von 100 t mit 10 km/Std. befördert werden können. Bei der Abnahmeprobefahrt am 4. Mai 1923 wurde bei gutem Wetter bei 111 t angehängtem Wagengewicht die mittlere Geschwindigkeit von 10,7 km gemessen, bei den von Nordmann beschriebenen Fahrten wurden 96 t mit 10,7, 116 t mit 8,95, 129 t mit 8,2 und 142,6 t mit 6,62 km/Std. mittlerer Geschwindigkeit ohne Zusatzdampf gefördert, teilweise bei nassem Wetter. Die Geschwindigkeiten im Beharrungszustand betrugen etwa 20 v. H. mehr als die mittleren; der Wasserverbrauch für 1 PSe/Std. ergab sich zwischen 16,7 und 21,4 kg.

Die Hauptfrage war, ob die Lokomotive wieder zwei Treibzahnräder erhalten soll oder nur eines und ob hierfür gefederte Lagerung, am einfachsten im Hauptrahmen, oder ungefederte in besonderem, etwa auf die Achsen abgestütztem Zwischenrahmen vorzuschreiben seien. Ausschlaggebend waren die Zahndrücke. Eingehende Studien ergaben, dafs im Regelbetrieb die Leiter-Zahnstange Bauart Bissinger-Klose mit höchstens 16 000 kg beansprucht werden sollte und dafs diese Grenze sich bei der in Aussicht zu nehmenden Leistung der Zahnradmaschine auch mit nur einem Treibzahnrad von genügender Eingriffsdauer einhalten läfst, wenn eine zusätzliche Beanspruchung der Zähne infolge federnder Auflagerung des Zahnrades vermieden wird. Diese zusätzliche Beanspruchung errechnet sich im ungünstigsten Falle bei Rückwärtsbewegung aus der zu 5 mm angenommenen Auffederung der Lokomotivmasse für einen mittleren Zahndruck von 9000 kg zu rund 30 v. H., von 12 000 kg zu rund 16 v. H. der Beanspruchung des Stangenzahnes bei ungefederter Lagerung. Damit war bei der Wahl nur eines Treibzahnrades zugunsten der ungefederten Lagerung zu entscheiden, deren Einzelanordnung unten beschrieben wird. Ein Treibzahnrad wurde vorgezogen, ein zweites hätte die ohnehin vielteilige Anordnung recht beschwert, ohne dafs bei der tatsächlichen Ungenauigkeit der Zahnteilung der im ganzen Aufbau etwas schwach gehaltenen Zahnstange auf wirksame Entlastung des einen durch das andere Rad hätte gerechnet werden können. In Hinsicht auf die Beanspruchung der Zähne wurde die gröfste Zuglast auf der Zahnstrecke für beide Richtungen zu 125 t festgelegt. Dabei war die Dauerfestigkeit nach Stribeck*) für die Radzähne aus Tiegelstahl von 7000 bis 8000 kg/qcm Zerreifsfestigkeit zu 2400 kg angenommen.

Die Lokomotive hat zwei Aufsenzylinder für den Reibungsantrieb und zwei Innenzylinder, arbeitend als Niederdruckzylinder in Verbundwirkung mit den ersteren auf ein Zahnradvorgelege.

Hauptabmessungen:

	Reibungsmaschine	Zahnradmaschine
Zylinderdurchmesser	560 mm	560 mm
Kolbenhub	560 »	560 »
Treibraddurchmesser	1150 »	—
Treibzahnrad, Teilkreisdurchm.	—	1082 »
„ Teilung	—	100 »
Uebersetzungszahnräder, Durchm.	—	403 » / 923 »

Raumverhältnis der Zylinder auf eine Radumdrehung	1 : 2,43	
Dampfüberdruck	14 at	
Rostfläche	2,5 qm	
feuerberührte Heizflächen:		
der Feuerbüchse	12,6	117,1 qm
der 24 Rauchrohre	38,5	
der 122 Heizrohre	66,0	
des Überhitzers		42,3 »
insgesamt		159,4 qm
Wasserinhalt des Kessels bei 150 mm Wasser über der Feuerbüchsdecke	5350 l	
Dampfraum bei 100 mm Wasser über der Feuerbüchsdecke	1910 »	
Gesamt-Achsstand	5780 mm	
fester »	3200 »	

*) Organ 1900 S. 297.

**) Organ 1924 S. 69.

***) Streckenprofile vergl. Tafel 7 Heft 5 dieser Zeitschrift.

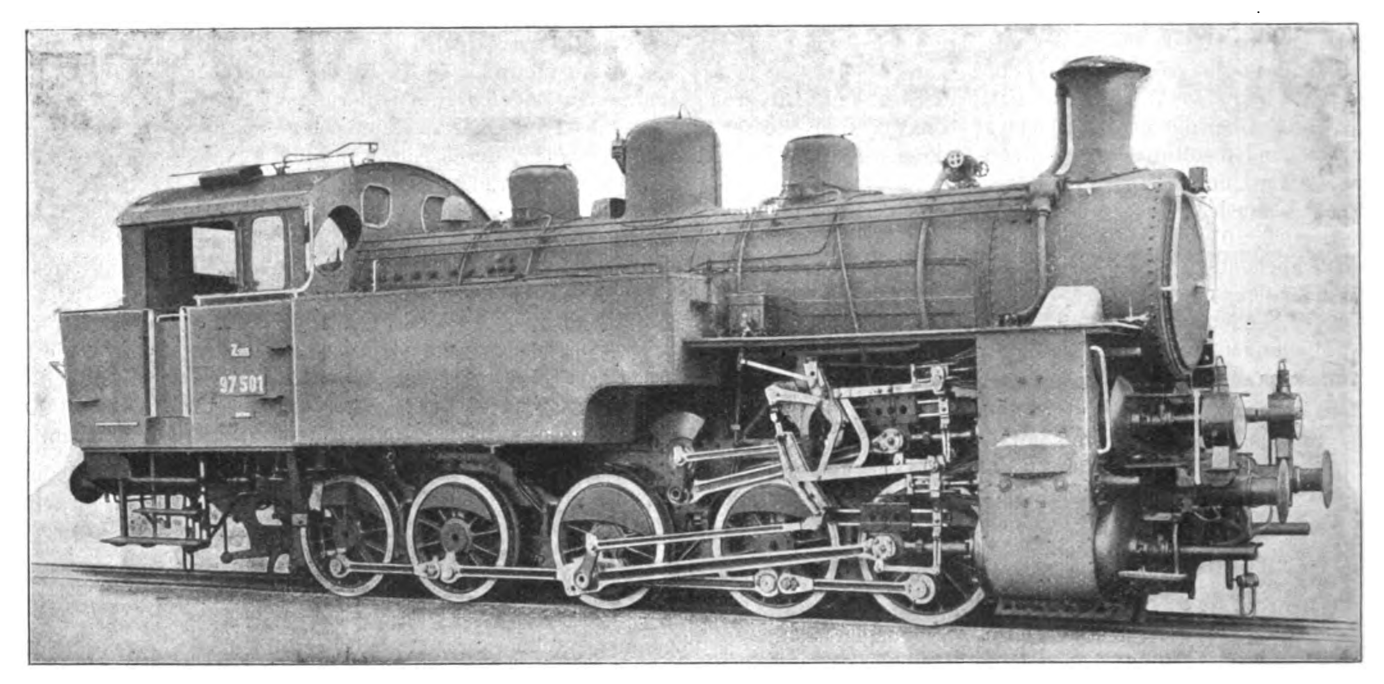
*) Stribeck, Dauerfestigkeiten von Eisen und Stahl, Zeitschr. des V. d. Ing. 1923, S. 631.



Inhalt der Wasserkasten . . . . . 7000 kg
» des Kohlenkastens . . . . . 3000 »
Leergewicht . . . . 62245 «
Dienst- und Reibungsgewicht einschl.
Mannschaft, Geräte und volle Vorräte 77885 »
gröfste Geschwindigkeit auf der
Reibungsstrecke . . . . 50 km/Std.
gröfste Geschwindigkeit auf den
Zahnstrecken . . . . 10 u. 20 km/Std.

Der Kessel hat Rauchrohrüberhitzer üblicher Bauart ohne Schutzkasten in der Rauchkammer. Durchmesser der Rauchrohre 119/127 mm, der Heizrohre 40/45 mm. Die Bügelanker an der Feuerbüchsdecke stützen sich auf die Stehbolzen der dritten Reihe. Die Stehbolzen bestehen an den besonders beanspruchten Stellen aus Manganbronze, sonst aus Kupfer, sie sind durchlocht und beiderseits gekopft nach einem bei der Werkstätte Efslingen erprobten Arbeitsverfahren, bei dem 1:10. Gemeinsame Anzeiger hätten ungewöhnlich lange Rohre erhalten müssen, was die Sicherheit beeinträchtigt und die Vorrathaltung erschwert hätte. Zur Kesselspeisung dienen zwei Dampfstrahlpumpen von Friedmann, Kl. ASZ Nr. 9, also tiefiegende nichtsaugende Pumpen, die hierorts ihrer sicheren Wirkungsweise und verhältnismäfsig geräuschlosen Arbeit wegen bevorzugt werden. Auf Vorwärmung mufste in Rücksicht auf die ohnehin vielgestaltige und ins Gewicht fallende Sonderausrüstung der Lokomotive verzichtet werden. Als Sicherheitsventile sind Hochhubventile einer von Ackermann (früher bei Werkstätte Efslingen) angegebenen Ausführung verwendet, die in vielen Versuchen als rasch ansprechend und den Dampfdruck sicher vermindernd erprobt wurden. Der mittlere Teil des Rostes ist zum Kippen mittels Spindel und Handrad eingerichtet, unter dem Rost liegen die hier sehr beliebten Dampfbrausen zum Kühlen der Roststäbe und zum Absprengen der Schlacken.

Heifsdampf-Vierzylinder-Verbund-Zahnradlokomotive E + 1 Z Bauart Württemberg.



sich die Durchlochung aufsen ohne weiteres gleichmäfsig schliefst. Wasserstege an der Rohrwand 22 mm. Aufser den reichlich angebrachten Reinigungsschrauben sind Waschlucken nach Abb. 4 Tafel 25 verwendet mit freien Öffnungen von 90 mm über dem Bodenring und von 110 mm über der Feuerbüchsdecke. Diese Anordnung hat sich in Württemberg seit vielen Jahren bewährt und wird vom Personal den sonst üblichen Pilzen vorgezogen, weil die rein metallische Dichtung kein Nachziehen erfordert. Der Ventilteller besteht aus Stahl, der am Kessel angenietete Untersatz und der Deckel werden im Gesenke geschmiedet. Der Deckel kann bei loser Druckschraube mittels des groben Schnurgewindes rasch ab- oder aufgeschraubt werden, nötigenfalls nach erstem Lösen durch Schlagen auf die Nocken. Das Ablafsventil Bauart Oberreuter (Rbd. Stuttgart) Abb. 5, Tafel 25 gestattet das Ablassen von Wasser und Schlamm bei 8 at Kesseldruck durch Anheben mittels eines langen Griffrohres und das Drehen des Ventiltellers in geschlossenem Zustand. Die durch D. R. P. 392891 geschützte Anordnung wird anderen probeweise verwendeten weniger einfachen Sonderbauarten von Hähnen und Ventilen vorgezogen. Der Kessel hat keine Prüfhähne, aber je zwei Wasserstandsanzeiger mit Kugelschlufs nach Röver und Neubert, ein Paar für die Reibungsstrecken, das andere für die Zahnradstrecke

Der Dampfentnahmestutzen liegt hinter der Führerhauswand. An ihm sind 12 Dampfentnahmestellen vereinigt und zwar (von links nach rechts): für die eine Strahlpumpe, den Hilfsbläser, die Wagenheizung, die Rostbrause, die Luftpumpe, die zweite Strahlpumpe, diese 6 mit Abschlufsventilen; sodann mit Hähnen: für die Rädderspritze, die Heizung der Schmierpressen, den Anstellhahn zur Gegendruckbremse, die Pfeife, den Umstellhahn des Wechselschiebers und endlich für den Kesseldruckmesser. Abgesehen von letzterem können alle Abschlüsse im Notfall durch ein gemeinsames Ventil abgeschlossen werden, das auch von aufserhalb des Führerhauses bedient werden kann.

Rahmen und Laufwerk. Die 5 Achsen sind in einem innenliegenden Blechrahmen von 22 mm Stärke vollständig symmetrisch angeordnet, dabei sind die drei inneren Achsen festgelagert, die Spurkränze der Mittelachse um 13 mm geschwächt und die Endachsen nach jeder Seite um 20 mm verschiebbar: um ebensoviel sind auch die losen Bremsscheiben eines Bremszahnrades auf der ersten Achse verschiebbar. Zwischen der zweiten und dritten Achse liegt das auf seiner Achse nach jeder Seite um 10 mm verschiebbare Treibzahnrad. Diese Spurkranzschwächung und Achsverschiebungen sind erforderlich, damit die Lokomotive die mit Bögen von 100 m Halbmesser

verlegten Fabrikanschlufsgleise gerade noch befahren kann, vergl. Abb. 4, Tafel 26 über die Einstellung in Krümmungen. Auf der Vor- und Rückwärtsfahrt in den 280 m-Bögen der Zahnstange kann sich hierbei die jeweils rücklaufende feste Achse zwangslos nach dem Mittelpunkt einstellen; das Treibzahnrad mufs sich bei der Vorwärtsfahrt etwas gegen die Zahnstange verschieben. Bei diesen Ermittlungen war zu berücksichtigen, ob auf der Zahnstrecke die Spurerweiterung je hälftig innen und aufsen verlegt ist.

Die 10 Tragfedern liegen alle unter den Achsen, diejenigen der 1. und 2. sowie der 4. und 5. Achse sind durch Ausgleichhebel verbunden. Die Achsen sind ausgebohrt.

Dampfmaschinen. Wie erwähnt, sind für die Zahnradmaschine zwei Innenzylinder angeordnet, die als Niederdruckzylinder mit dem Abdampf der Reibungsmaschine arbeiten. Dies geschieht nach Umstellen eines Wechselschiebers, der im Gufsstück der Zahnradzylinder unmittelbar unter dem Blasrohr und in dessen Achse geführt ist und gleichzeitig das für die Gegendruckbremse notwendige Organ zum Abschlufs des Blasrohres und zum Einlassen von Frischluft bildet. Die vom Kolbenschieber 5 (Abb. 7, Tafel 25) gebildeten dampfdicht gegeneinander abgeschlossenen Ringräume d und e können mittels eines Umschalthahns durch die Leitungen v und z mit Frischdampf versehen werden. Geschieht dies bei der »Zwillingsstellung« des Hahns durch z nach e, so bleibt der Kolbenschieber mitsamt dem Tellerventil 6 in der Tieflage (Abb. 7 rechts), der Abdampf der Reibungszylinder kann ungehindert aus Ar nach dem Blasrohr ausströmen, die Zahnradzylinder erhalten keinen Dampf. Der Wechselschieber bleibt durch seine Schwere in dieser Lage, auch wenn der Umschalthahn auf Mittelstellung gebracht wird. Soll die Zahnradmaschine mitarbeiten, also die Verbundwirkung eingeleitet werden, so wird durch v Frischdampf nach d gegeben, wodurch sich der Kolbenschieber mitsamt Ventilteller 6 hebt und den Ausströmraum A_v der Reibungszylinder über c nach dem Verbinderkanal V öffnet. Gleichzeitig erhält der Raum d aus einer kleinen Bohrung Verbinderdruck, wodurch der Wechselschieber in seiner Hochlage gehalten wird. Nach jedem Umschalten wird der Umschalthahn in Mittelstellung gebracht, wobei die Räume d und e und die Leitungen v und z entwässert werden. Der Ventilteller 6 wird durch Feder 9 und sein Gewicht auf dem Kolbenschieber 5 gehalten und macht dessen Bewegungen mit, solange er nicht durch Aufgeben von Frischdampf durch b im Führungsrohr 8 in die Bremsstellung gehoben und gegen das Blasrohr gedrückt wird, wodurch die Ausströmungen aller 4 Zylinder vom Blasrohr abgeschlossen und durch die Höhlung des Kolbenschiebers 5 mit der Aufsenluft verbunden werden. Diese Anordnung des Wechselschiebers ist der Maschinenfabrik Efslingen geschützt.

Zum Ingangsetzen vor Einfahrt in die Zahnstange und ausnahmsweise zu ganz besonderer Kraftentfaltung der Zahnradmaschine auf kurze Zeit kann dem Verbinder auch Frischdampf zugeführt werden durch Ventil 3 Abb. 6, Tafel 25.

Die 4 Zylinder haben denselben Durchmesser und Hub, die 4 Kolbenschieber dieselbe innere Weite von 220 mm, die gegenseitige Lage von Zylinder- und Schieberachsen ist dieselbe. Dies ermöglichte, gleiche Kolben, Kolbenstangen, Kreuzköpfe und Schieberstangenführungen anzuwenden und auch weitere Einzelteile der beiden Maschinen gleichartig zu gestalten. Die Aufsenzylinder mit ihrem Schiebekasten bilden je 1 Gufsstück, die beiden Mittelzylinder sind zusammengegossen, sie dienen zugleich als Rahmenverbindung und Rauchkammersattel.

Es ist Wert darauf gelegt worden, die Dampfkanäle richtig und in stetig zunehmender Weite zu halten. Nachstehend sind ihre Querschnitte in qcm und gleichzeitig ihr Verhältnis zur freien Kolbenfläche von 2406 qcm angegeben.

im Regler . .	92,5	$\frac{1}{26}$	im Zylinderkanal	173	$\frac{1}{13,9}$
» Reglerrohr .	113	$\frac{1}{21,3}$	in der Aufströmung am Zylinder .	226	$\frac{1}{10,6}$
» Überhitzer .	147	$\frac{1}{16,4}$	i. d. Wechselschieb.	293	$\frac{1}{8,2}$
» Einströmrohr f. d. Reibungsm.	152	$\frac{1}{15,7}$	aus dem »	222	$\frac{1}{10,8}$
f. d. Zahnradm.	226	$\frac{1}{10,6}$	unt. d. Blasrohr	283	$\frac{1}{8,5}$

Der Verbinderraum beträgt 380 000 ccm = 2,82 mal das Hubvolumen eines Hochdruckzylinders. Schädliche Räume bei beiden Zylinderpaaren je 9,2 v. H.

Es sind 2 vollständig getrennte Heusinger-Steuerungen angeordnet, je mit besonderer, nicht mit der Steuerwelle zusammengebauten Schwinge, aber mit gemeinsamer Umsteuerung. Die Hauptverhältnisse sind:

	Reibungsmaschine	Zahnradmaschine
Einströmung	innen	aufsen
Kanalbreite	55 mm	55 mm
innere Überdeckung . . .	45 »	0 »
äufsere » . . .	0 »	45 »
Voreinströmung	4 »	4 »
gröfster Schieberweg hinten .	102 »	96 »
» » vorn . .	96,5 »	109 »

Die Diagramme zeigen regelmäfsigen Verlauf und gute Völligkeit.

Bei der Reibungsmaschine sind die hin- und hergehenden Massen zu 63,2 v. H., die umlaufenden vollkommen durch Gegengewichte ausgeglichen, bei der Zahnradmaschine nur die letzteren. Der Ausgleich der ersteren ist bei den geringen Geschwindigkeiten im Zahntriebwerk nicht notwendig.

Das Zahntriebwerk. Von besonderer Wichtigkeit bei Zahnradlokomotiven ist die Art der Lagerung des Zahntriebwerkes, nicht allein wegen der schon erörterten Frage, ob das Zahnrad an der Abfederung der Lokomotivmasse teilnehmen soll oder nicht, sondern auch wegen der Notwendigkeit, trotz der Schienenüberhöhung in Krümmungen und der Ungenauigkeiten des Gleises oder einseitigen Nachstellens der Achslagerführungen gegenseitige Verspannungen im Triebwerk mit ihren unbestimmbaren Beanspruchungen, Reibungsverlusten und Abnützungen zu vermeiden. Die in dieser Hinsicht günstige und sehr einfache Klosesche Anordnung, die beiden Zahnräder unmittelbar auf zwei benachbarten Hauptachsen anzubringen und mit einem gemeinsamen Ritzel von derselben Zahnteilung wie die Treibzahnräder anzutreiben, konnte für die erheblich stärkere Maschine wegen der Nachteile des groben Zahneingriffs und seiner vollkommenen Abhängigkeit von der Reifenabnutzung nicht in Frage kommen. Es war also ein ungefederter Zwischenrahmen notwendig, der verspannungsfrei zu lagern war. Diese Bedingung erfüllt die der Maschinenfabrik Efslingen geschützte Dreipunktlagerung, wie sie erstmalig bei den neuen Zahnradlokomotiven der Höllentalbahn*) angewendet wurde und in verbesserter Ausführung auch bei den hier beschriebenen Lokomotiven Anwendung fand, vergl. Abb. 1 bis 3, Taf. 26 und Textabbildung. Der Zwischenrahmen a, in dem die Trommel mit den grofsen Übersetzungsrädern b b, den Bremsscheiben c c und dem Treibzahnrad bei d etwas verschiebbar gelagert ist, hat 3 Stützpunkte e und f f. Bei e umfafst der hier als Achslagergehäuse mit wagrechten Führungen ausgebildete Zwischenrahmen die kugelförmig verdickte Mitte der zweiten Kuppelachse mittelst eines kugeligen Lagers, an den Punkten f f stützt er sich auf die Achslager der Treibachse und zwar in der

*) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. 1922, S. 263.

Längsrichtung verschiebbar, indem die Zapfen f f je in ein Gleitstück eingreifen. Die wagrechten Druck- und Zugkräfte werden also durch diese Stützpunkte nicht übertragen, sie gehen vielmehr bei g g unmittelbar in die Hauptrahmen über, weil an diesen Stellen die das Zahnrad usf. tragende Zwischenwelle in besondere, in den Hauptrahmen senkrecht geführte Achslager hineingreift. Hierin liegt die Verbesserung gegenüber der Dreipunktlagerung der badischen Zahnradlokomotiven, bei der die beiden Fufspunkte des Zwischenrahmens die Treibachse unmittelbar umfassen, während die Zahnradwelle nicht bis zu den Hauptrahmen reicht, so dafs die wagrechten Kräfte durch den Zwischenrahmen über die Treibachse und ihre ohnehin stark belasteten Hauptlager in die Rahmen geleitet werden. An der hinteren Verbindung des Zwischenrahmens ist bei h die Bandbremse aufgehängt. Die Vorgelegewelle i ist bei k in den Hauptrahmen gelagert und zwar in Achslagern mit senkrechten Führungen, wie die Zahnradwelle also senkrecht verschiebbar, von dieser aber in stets gleichem Abstand gehalten durch die Verbindungsstangen l.

Der aus Tiegelstahl geschmiedete Zahnkranz des Treibzahnrades ist auf die Stahlgufstrommel handwarm aufgezogen, daneben ist je ein Rillenkranz für die Bandbremse aufgepafst und alle drei Stücke sind durch 30 eingepafste Schrauben von 33 mm Stärke gegen Verdrehen gesichert. Das Treibzahnrad hat 34 Zähne von 100 mm Breite bei 100 mm Teilung und 170 mm Eingriffslänge. Bei frisch abgedrehtem Radreifen steht der Teilkreis des Treibzahnrades 5 mm über der Teillinie der Zahnstange, nach Abnutzung oder Abdrehen von je 10 mm wird eine der Beilagen im Lager der Zahnradwelle bei d von oben nach unten verlegt, so dafs die Radreifen ohne Schädigung des richtigen Eingriffes oder zu starke Senkung des Zahnrades um 40 mm abgenützt werden können.

Die Bremsen. Für den Betrieb auf der Reibungsstrecke ist die Lokomotive mit selbsttätiger Westinghouse-Bremse mit Zusatzventil für nicht selbsttätiges Bremsen ausgestattet, als Tenderlokomotive zugleich mit einer für Rangierfahrten dienenden Wurfhebelbremse. Beide wirken über ein gemeinsames Bremsgestänge auf sämtliche Radreifen.

Für die Fahrt auf der Zahnstrecke sind aufser der bei der Talfahrt an erster Stelle zu benützenden Gegendruckbremse zwei Zahnradbremsen angeordnet. Die eine wirkt als Spindelbremse mit zusammen 4 Klötzen auf ein besonderes Bremszahnrad, das auf der vorderen Kuppelachse frei beweglich ist und gebildet ist durch zwei breite Rillenscheiben aus Flufseisengufs, zwischen denen ein Tiegelstahlzahnkranz mit 32 Zähnen befestigt ist. Die auf die Rillenscheiben am Triebzahnrad wirkenden Doppelbandbremse wird betätigt durch einen besonderen Bremszylinder und ein zweites Zusatzbremsventil. Die Zahnradspindelbremse soll gegebenenfalls als Notbremse vom Heizer bedient werden, die Bandbremse vom Führer als zusätzliche Betriebsbremse neben der in jedem Falle zu benutzenden und zumeist ausreichender Gegendruckbremse. Diese wirkt bei Stellung der Umsteuerung auf Bergfahrt und des Wechselschiebers auf Zwillingswirkung auf beide Triebwerke, also auf sämtliche Radreifen und das Treibzahnrad. Für ihre Betätigung mufs bekanntlich der Austritt der gespannten Luft aus den Einströmkanälen nach Mafsgabe des zur Bremsung erforderlichen Gegendruckes gehemmt werden. Dies geschieht durch mehr oder weniger weites Öffnen der Ventile 1 und 2 Abb. 6, Tafel 25, die mit dem oben erwähnten Frischdampfventil für den Verbinder in einem aufsen an der Rauchkammer angebrachten Gufsstück vereinigt sind, dessen Raum F ins Freie mündet und zwar über den als Hohlwulst um den Kamin angeordneten Schalldämpfer. Raum R ist als Austrittsraum aus den Reibungszylindern an den Sammelkasten des Überhitzers, Raum Z als solcher aus den Zahnradzylindern an den Verbinder angeschlossen. Der gröfsere Durchmesser des für die Zahnradmaschine bestimmten Ventiles 2 gegenüber Ventil 1 erklärt sich aus dem, auf eine Radumdrehung bezogen gröfseren Inhalt der Zahnradzylinder. Der Führer soll beide Ventile auf denselben Gegendruck einstellen; diesen kann er für Ventil 1 am Messer für den Hochdruckschieberkasten und für Ventil 2 an dem für den Verbinder ablesen. Sobald der besondere Anstellhahn für die Gegendruckbremse auf »Auspuff zu« gestellt und dadurch Frischdampf bei b Abb. 7 unter den Führungskolben des Tellerventils im Wechselschieber gegeben wird, verhindert dieses das Ansaugen von Rauchkammergasen und öffnet gleichzeitig den Zutritt von Frischluft. Zu starke Erhitzung der Stopfbüchsen während der Kompression der Luft in den Zylindern wird durch Einspritzen heifsen Kesselwassers verhindert, was thermisch wirksamer ist als Einspritzen von kaltem Wasser.

Schmierung. Die dauernd oder während längerer Zeit mit Öl zu versorgenden Schmierstellen sollten soweit möglich an mechanisch wirkende Schmierpressen angeschlossen werden. Als solche sind 3 Boschöler verwendet, die zusammen 46 Schmierstellen versorgen. Im Führerhaus stehen, für die Reibungsmaschine bestimmt, ein solcher für 5 l gewöhnliches Schmieröl mit 16 Anschlüssen ohne und einer für 14 l Heifsdampföl mit 16 Anschlüssen mit einzel sichtbarem Tropfenfall Am ersteren sind die 10 Achslager, 2 Schieberstangenführungen und 4 Schwingenbolzen angeschlossen, also nicht unter Dampf stehende Reibungsstellen, an letzteren die 4 Kolben- und 2 Schieberstangenstopfbuchsen, 2 Zylinder- und 4 Schieberölkanäle. Der Öler für die Zahnradmaschine steht in deren Nähe, ist von ihr angetrieben und für 14 l Heifsdampföl bestimmt. Er ist angeschlossen an die 4 Kolben- und 2 Schieberstangenstopfbuchsen, die 2 Innenzylinder und mit je 2 Leitungen an deren Schieber, ferner an die 4 Schwingenlager und 2 Schieberstangenführungen. Die Luftpumpe und der Reglerschieber werden von einer doppelten Handpumpe aus geschmiert, die Bremszahnräder sind an den Lagerstellen mit Staufferbüchsen versehen.

Die beschriebene Lokomotive wird seitens der Maschinenfabrik Esslingen anläfslich der Berliner Eisenbahntechnischen Tagung in Seddin ausgestellt.

Vorortwagen, Bauart der ehem. Württembergischen Staatseisenbahnen.

Von Dr. Ing. Kittel, Abteilungsdirektor a. D. in Stuttgart.

Hierzu Tafel 27.

Die ehem. Württembergischen Staatseisenbahnen sahen sich im Jahre 1918 genötigt, eine gröfsere Anzahl Personenwagen für den Nahverkehr zu beschaffen. Dabei war in erster Linie zu prüfen, ob die bisherige Bauart des in grofser Zahl vorhandenen Wagens 4. Klasse beibehalten werden könne oder ob eine ganz andere Wagenart zu wählen sei in Hinsicht darauf, dafs der starke Arbeiter- und Nahverkehr um Stuttgart als besonderer Vorortsverkehr ausgebaut werden sollte, sobald erweiterte Betriebsanlagen des neuen Bahnhofs das ermöglichen würden.

Die bisherigen Di-Wagen nach der Textabb. mit ihren geräumigen gegen die Treppen wie gegen die Übergangsbrücke abschliefsbaren Plattformen waren zwar bei den Reisenden nicht unbeliebt und die Betriebsbeamten schätzten an diesen zweiachsigen Wagen nicht nur das geringe Eigengewicht von 213 kg auf den Sitzplatz gegenüber dem von etwa 380 kg der dreiachsigen Abteilwagen, was bei den vielen Steigungen in Württemberg von erheblicher Bedeutung ist, sondern auch dafs bei dieser Bauart als Durchgangswagen mit 70 Sitzplätzen ohne


Joseph VÖGELE Akt.Ges.
GEGR. 1836
MANNHEIM



[illegible] die Zapfen f f je in ein [illegible] Die wagrechten Druck- und Zugkräfte [illegible] diese Stützpunkte nicht übertragen, sie [illegible] bei g g unmittelbar in die Hauptrahmen über, [illegible] an diesen Stellen die das Zahnrad usf. tragende [illegible]welle in besondere, in den Hauptrahmen senkrecht [illegible] Achslager hineingreift. Hierin liegt die Verbesserung [illegible] der Dreipunktlagerung der badischen Zahnrad[illegible] bei der die beiden [illegible] Kräfte durch den Zwischenrahmen [illegible] stark [illegible] geleitet werden. An [illegible] Zwischenrahmens [illegible] ist [illegible] in den Hauptrahmen gelagert und zwar in Achslagern [illegible] senkrechten Führungen, wie die Zahnrad[illegible] senk[illegible] verschiebbar, von dieser aber in stets [illegible] gehalten durch die Verbindungsstangen l.

Der aus Tiegelstahl geschmiedete Zahnkranz des Treib[illegible] [illegible] ist [illegible] hat 34 Zähne von 100 mm Breite bei 100 mm Teilung [illegible] mm Eingriffslänge. Bei frisch abgedrehtem Radreifen [illegible] der Teilkreis des Treibzahnrades 5 mm über der Teillinie der Zahnstange, nach Abnutzung oder Abdrehen von je 10 mm [illegible] eine der Beilagen im Lager der Zahnradwelle [illegible] nach unten verlegt, so dafs die Radreifen [illegible] des richtigen Eingriffes oder zu starke Senkung [illegible] um 40 mm abgenutzt werden können.

Die Bremsen. Für den Betrieb auf [illegible] strecke ist die Lokomotive mit selbsttätiger [illegible] Bremse mit Zusatzventil für [illegible] als Tenderlokomotive zugleich mit einer [illegible] dienenden Wurfhebelbremse [illegible] [illegible] Gegendruckbremse [illegible] wirkt bei Stellung der Umsteuerung auf Bergfahrt und

des Wechselschiebers auf Zwillingswirkung auf beide Triebwerke, also auf sämtliche Radreifen und das Treibzahnrad. Für ihre Betätigung mufs bekanntlich der Austritt der gespannten Luft aus den Einströmkanälen nach Mafsgabe des zur Bremsung erforderlichen Gegendruckes gehemmt werden. Dies geschieht durch mehr oder weniger weites Öffnen der Ventile 1 und 2 Abb. 6, Tafel 25, die mit dem oben erwähnten Frischdampfventil für den Verbinder in einem aufsen an der Rauchkammer [illegible] sind, dessen Raum F [illegible] Sammelkasten des Überhitzers, Raum Z als solcher aus den Zahnradzylindern an den Verbinder angeschlossen. Der gröfsere Durchmesser des für die Zahnradmaschine bestimmten Ventiles 2 gegenüber Ventil 1 erklärt sich aus dem, auf eine Radumdrehung bezogen gröfseren Inhalt der Zahnradzylinder. Der Führer soll beide Ventile auf [illegible] einstellen; diesen kann er für Ventil 1 am Messer für den Hochdruckschieberkasten und für Ventil 2 an dem für den Verbinder ablesen. Sobald der besondere [illegible] »zu« gestellt [illegible] Führungs[illegible] gegeben wird, [illegible] öffnet gleichzeitig den Zutritt von Frischluft. Zu starke Erhitzung der Stopfbüchsen während der Kompression der Luft in den Zylindern wird durch Einspritzen heifsen Kesselwassers verhindert, was thermisch wirksamer ist als Einspritzen von kaltem Wasser.

[illegible] längerer Zeit [illegible] versorgenden Schmierstellen sollten soweit möglich [illegible] wirkende Schmierpressen angeschlossen werden. [illegible] verwendet, die zusammen 46 Schmierstellen versorgen [illegible] stehen, für die Reibungsmaschine [illegible] gewöhnliches Schmieröl [illegible] 14 l Heifsdampföl [illegible] Am ersteren [illegible] führungen [illegible] unter Dampf [illegible] Kolben [illegible] 4 Schieber [illegible] in [illegible] Leitungen [illegible] und 2 Schieberstangenführungen. Die [illegible] Reglerschieber [illegible] geschmiert, die Bremszahnräder [illegible] Staufferbüchsen [illegible]

[illegible] der Maschinenfabrik Esslingen anläfslich der Berliner Eisenbahntechnischen Tagung in Seddin ausgestellt.

[illegible] Hierzu Tafel 27.

Die ehem. Württembergischen Staatseisenbahnen sahen sich [illegible] gröfsere Anzahl [illegible] Nahverkehr zu beschaffen. Dabei war in erster Linie zu [illegible] ob die bisherige Bauart des [illegible] Wagens 4. Klasse beibehalten werden könne oder ob eine ganz [illegible] Wagenart zu wählen sei in Hinsicht darauf, dafs der starke [illegible] und Nahverkehr um Stuttgart als besonderer Vororts[illegible] ausgebaut werden sollte, sobald erweiterte Betriebsanlagen [illegible] ermöglichen würden.

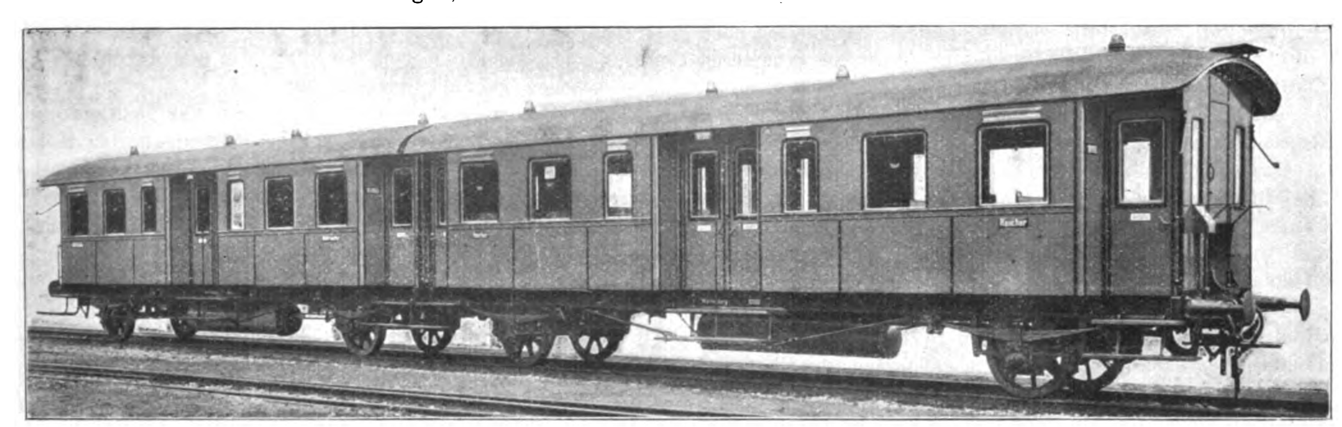
Die bisherigen Di-Wagen nach der Textabb. mit ihren [illegible] Treppen [illegible] abschliefsbaren Plattformen waren zwar bei den Reisenden [illegible] und die Betriebsbeamten schätzten an diesen zwei[illegible] achsigen Wagen nicht nur das geringe Eigengewicht von 215 kg auf den Sitzplatz gegenüber dem von etwa 380 kg der dreiachsigen Abteilwagen, was bei den vielen Steigungen in Württemberg von erheblicher Bedeutung ist, sondern auch [illegible] bei dieser Bauart als Durchgangswagen mit 70 Sitzplätzen [illegible]



hindernde Überfüllung auch einmal für 100 Reisende Raum war. Für Massenverkehr, besonders bei sog. Arbeiterzügen, stört aber das langsame Aus- und Einsteigen durch nur 2 Türen, das noch erschwert wird durch die auch sonst hinderliche Neigung vieler Reisenden, sich auf den Plattformen anzustauen. Diese Mängel sind bei Abteilwagen vermieden, letztere kamen aber bei der bekannten Abneigung der meisten süddeutschen Reisenden, besonders auch der Landbevölkerung gegen Benutzung dieser Wagen im Nahverkehr nicht in Frage. Auch paſst der eine Abteilwagen fahrdienstlich schlecht in Züge, die vorwiegend aus Durchgangswagen zusammengesetzt sind und doch war damit zu rechnen, daſs ein Teil der zunächst für den reinen Vorortverkehr bestimmten Wagen im Anschluſs an diesen und auch sonst zeitweise in den hierorts aus Durchgangswagen gebildeten Zügen für den allgemeinen Personenverkehr verwendbar sein müſsten, ohne dem Bediensteten den Weg durch den ganzen Zug zu versperren.

Die neuen Wagen sollten also nach dem Durchgangssystem gebaut sein oder doch zwischen Durchgangswagen passen, dabei aber rasches Aus- und Einsteigen auch vieler Reisenden auf Zwischenstationen (auch auf solchen mit niederen Bahnsteigen) erleichtern, wenig zu störender Ansammlung auf den Plattformen anreizen und diese möglichst ungefährlich machen und natürlich auf eine bestimmte Anzahl von Plätzen wenig Zuglast ergeben. Da ähnliche Bedürfnisse wie sie hier zu der besonderen Bauart geführt haben, auch anderwärts vorliegen werden, dürfte auch jetzt noch eine nähere Beschreibung nicht unangebracht sein, umsomehr, als die Maschinenfabrik Eſslingen, bei der die ersten und fast alle folgenden Wagen gebaut und die Einzelzeichnungen ausgearbeitet wurden, sie während der Eisenbahntechnischen Tagung in Seddin ausgestellt hat.

Vorortwagen; Bauart der ehem. Württembergischen Staatseisenbahnen.



Für die Vorortzüge waren nur zwei Klassen in Aussicht genommen, eine Holz- und eine Polsterklasse. Dabei sollte die letztere zur Verminderung der Kosten und des Wagengewichtes gegenüber der sonst üblichen 2. Klasse einfacher gehalten werden und die Holzklasse in der Ausstattung etwa zwischen der bisherigen 3 und 4. Klasse liegen. Zu diesen betriebs- und verkehrstechnischen Forderungen kam noch die werkstättetechnische des weitestgehenden Verwendens von Walzeisen und Einzelteilen der damals in Deutschland schon nach Regelplänen gebauten Fahrzeuge, der Einheitsgüterwagen des Deutschen Staatsbahn-Wagenverbandes, denn solche Teile waren für Neubau und Ersatz am leichtesten und billigsten zu beschaffen und ohnehin in allen Werkstätten vorzuhalten.

Nach diesen Gesichtspunkten hat der Verfasser die nachstehend beschriebenen Wagen entworfen als zweiachsige Doppelwagen des Durchgangssystems mit durch Faltenbalg geschütztem Übergang für die Reisenden über der Kurzkupplung, mit überbauten Eingangs-Plattformen, mit Ausgangstüren in der Mitte jedes Einzelwagens sowie mit von innen verschlossenen schmalen Übergangstüren und Tritten zum nächsten Wagen für die Zugbediensteten, (vergl. Abb. 2 bis 6, Tafel 27). Diese Wagen, deren erste seit Februar 1920 in Benutzung sind und von denen nach und nach 360 Stück beschafft wurden, haben sich technisch gut bewährt und sind bei den Betriebsbeamten wie bei den Reisenden gleich beliebt.

Die Holzklasse, Abb. 2 bis 4, hat je zwei nebeneinanderliegende Mitteltüren, so daſs auf 101 Sitzplätze gegen den Bahnsteig 8 Türen zur Verfügung stehen. Die Endtüren sind auſsen und innen in auffallender Weise als nur zum Einsteigen, die Mitteltüren ebenso als nur zum Aussteigen bestimmt gekennzeichnet. Bei schwachem Verkehr und auf den Anfangs- und Endstationen spielt die hiergegen verstoſsende Benutzung keine Rolle, bei starkem Andrang aber regelt sich das Ein- und Aussteigen der meisten Reisenden in folgenderweise von selbst. Der Raum in der Nähe der Mitteltüren ist von Sitzbänken freigehalten und durch reichliche Anhaltegelegenheit zum bequemen Stehplatz ausgebildet. Hier, bei der Doppeltür, sammeln sich die im Vorort- und Nachbarschaftsverkehr bei starkem Andrang stets anzutreffenden Reisenden, die mit den Verhältnissen bekannt und auf rasches Aussteigen besonders bedacht sind, schon bei der Annäherung an ihre Zielstation, ihr Hinausfluten, dem sich die übrigen Reisenden anschlieſsen, veranlaſst etwa hier einsteigen Wollende die anderen Türen aufzusuchen. Da Schiebe- oder nach innen aufgehende Drehtüren wegen der Verwendung der Wagen auch im freien Verkehr und an niederen Bahnsteigen nicht gewählt werden könnten, muſsten die Mitteltüren in Nischen eingebaut werden, wenn nicht auf volle Ausnutzung der lichten Wagenbreite von mindestens 2900 mm verzichtet werden wollte. Abb. 4 läſst erkennen, daſs vollständig genügende Türweite und -Höhe zu erreichen war, ohne daſs der Langträger abgekröpft oder gegen innen verschoben werden muſste. Die Unterbrechung der Kastenwand lieſs sich, wie die mehrjährige Erfahrung zeigt, durch Versteifungen gut ausgleichen.

Die Kurzkupplung ist nach dem Muster der Berliner Stadtbahnwagen ausgeführt, neuartig dürfte die Anordnung eines allseits abgeschlossenen Überganges über der Kurzkupplung mit einteiligem Faltenbalg sein, der sich trotz seiner Kürze und allseitigen Befestigung recht gut hält. Diese Bauweise ermöglicht nur den Einbau nur eines Abortes für den Doppelwagen und erleichtert den Ausgleich der Reisenden beim Aufsuchen der Plätze. Die Wagen der Holzklasse haben auf die ganze Länge eines Doppelwagens von 23,96 m licht keinerlei Zwischentüre. Auch dies erleichtert das Aufsuchen der Plätze und darum das rasche Einsteigen, ermäſsigt die Bau- und Unterhaltungskosten ganz erheblich und macht zudem das störende Geräusch zugeschlagener Türen unmöglich. Die schmalen Diensttüren an den Pufferenden sind nur mit dem Gashaupthahnschlüssel zu öffnen.

Von Einzelheiten der Holzklasse seien erwähnt:

Die Sitzbänke sind nach der in Württemberg schon lange für die unterste Klasse eingeführten Art auf der einen Seite des Ganges für zwei, auf der andern für drei Plätze bestimmt: am Mittelausgang liefs sich noch ein quergestellter etwas schmaler Sitz unterbringen, (vergl. Abb. 4, Tafel 27) etwa für Kinder oder zum Auflegen von Gepäck, der aber auch von Erwachsenen gerne benutzt wird. Die Sitze sind aus Buchenholzlatten ohne deckenden Anstrich und etwas geschweift ausgeführt, bei den Sitzgestellen sind Querverbindungen vermieden, damit Körbe und andere Gepäckstücke unter den Sitzen Platz finden können. Daran hindern auch die drei übereinanderliegenden und möglichst an die Seitenwand gerückten Heizrohre nicht. Als Gepäcknetze sind gelochte Bleche auf Rohren verwendet, an den Wänden sind viele Haken für Rucksäcke und dergl. angebracht. Die riemenlosen Fenster haben Metallrahmen und Fensterheber nach Rathgeber oder Hieber, die Befestigung der Druckrahmen ist eigens daraufhin ausgebildet worden, das Auswechseln und Wiedereinsetzen des Fensters gegenüber der fast üblichen Anordnung zu vereinfachen.

Das Fehlen von Zwischentüren ermöglichte es, im ganzen Doppelwagen mit acht Gaslampen auszukommen, deren Stellung so ausprobiert wurde, dafs auch die Trittkanten der Treppen noch beleuchtet sind. Dafs überall irgendwie entbehrliche Ecken und scharfe Kanten als »anstöfsig« zu vermeiden waren, ist selbstverständlich, wenn dies hier trotzdem erwähnt wird, so deshalb, weil das Gegenteil immer wieder, auch bei neuzeitlichen Fahrzeugen festgestellt werden mufs. Es handelt sich um Kleinigkeiten, die meist mit kleiner Mühe zu vermeiden sind, darauf sollte aber nicht nur in Rücksicht auf eilige Reisende sondern auch auf die sonst an den Fahrzeugen Beschäftigten mehr gesehen werden.

Untergestell und Bremse. Nach den mehrjährigen guten Erfahrungen die bei der vormals württembergischen Eisenbahnverwaltung mit zweiachsigen Wagen von 8 bis 8,5 m Achsstand und mit der aus Abb. 7, Tafel 27 ersichtlichen Federaufhängung gemacht worden waren, lag kein Anlafs vor, hiervon abzuweichen, insbesondere wenn statt der früher 98 mm breiten Federblätter solche von 120 mm Breite gewählt wurden. Die einfachen Federschaken mit einseitig gebohrten, zur Regelung des Pufferstandes umkehrbaren Rollen nach dem Muster der vormaligen Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen hatten sich besser bewährt als nachspannbare oder mit Zusatzfedern ausgestattete Gehänge. Die Kurzkupplung unterstützt den ruhigen Lauf in der Geraden. Das Untergestell ist in allen Profileisen. Hauptabmessungen und Verbindungen dem der zweiachsigen Einheitsgüterwagen möglichst angepafst, so dafs die Achsen, Achshalter, Achslager und Bremsklötze der D. W. V.-Bauart ganz, die Anordnung der Kunze-Knorrbremse mit ihren Befestigungen und Einzelteilen fast unverändert übernommen werden konnten. Bei dem langen Achsstand erschienen Bremsklotzabsteller angezeigt, durch welche die beiden Bremsklötze eines Rades die wagrechte Verschiebung der Achsbuchse beim Befahren von Krümmungen zwangläufig mitmachen. Sie sind, vergl. Abb. 7, Tafel 27, so angeordnet, dafs die Bremsklötze sich unter dem Einflufs des Federspieles nicht nur mit einer Ecke anlegen sondern konzentrisch zum Rad einstellen. Bei Ausgestaltung dieser Anordnung war mafsgebend, dafs durch ihre Anbringung am Regelbremsklotz keinerlei Änderung notwendig sein durfte, so dafs jeder Klotz ohne Nacharbeit eingehängt werden kann, dafs das Achslagermodell nicht geändert werden durfte, sowie dafs das An- und Abschrauben des Achslagerdeckels nicht erschwert werde und ohne Abnehmen der Absteller möglich sei. Diese Anordnung wie andere Einzelheiten des Untergestells und der Federung sind für die zweiachsigen Einheitspersonen- und Gepäckwagen der Deutschen Reichsbahn übernommen worden.

Für die Handbremse ist an jeder Endplattform ein Bremsrad angebracht mit einer Sperrung gegen mutwilliges Drehen, die vom Innern aus nur mit einem Dornschlüssel, von aufsen aber und auch von der Plattform aus durch das Fenster ohne solchen geöffnet werden kann.

Die Polsterwagen, Abb. 6, die nur in kleiner Anzahl gebaut wurden, sind in den Hauptabmessungen den Holzwagen vollkommen gleich, so dafs ohne weiteres ein solcher mit einem Holzwagen zum Doppelwagen vereinigt werden kann. Aus diesem Grunde mufsten auch zum Abschlufs gegen die Holzklasse am Übergang Flügeltüren angebracht werden. Die Polsterung ist ganz einfach und im Rücken niedrig gehalten. wodurch mit 1675 mm Stuhlteilung auszukommen war und 76 Sitzplätze untergebracht werden konnten. Dafür erschien eine Mitteltür ausreichend.

Das Gewicht eines Wagens der Holzklasse beträgt 17 100 kg. der Polsterklasse 1 800 kg, also auf einen Sitzplatz 339 bzw. 474 kg.

Einfacher Schwellensenkungs-Messer.

Von Eugen Jurenák, Oberingenieur der kgl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest.

Die in fest unterstützten Balkenträgern entstehenden Spannungen können für ruhende Belastung mit fast mathematischer Genauigkeit berechnet werden. Doch auch bei bewegter Last liefern die Formeln, vermöge der Verläfslichkeit der darin angewendeten dynamischen Faktoren, entsprechend sichere Ergebnisse. Demgegenüber ist die Berechnung wesentlich unsicherer, wenn die Eisenbahnschiene als Balkenträger berechnet werden soll.

Man bedenke, dass ihre Stützpunkte, die Schwellen, senkbar sind und die Gröfse der möglichen Senkungen nicht im vorhinein bekannt ist. Denn die Tragfähigkeit und die Zusammendrückbarkeit von Bettung und Unterbau kann zahlenmäfsig nicht ganz bestimmt festgestellt werden, ebensowenig das Gesetz der Weiterleitung der Druckvorgänge im Innern von Bettung und Unterbau.

Auf die Verläfslichkeit der statischen Berechnung der Schienen würde es offenbar fördernd wirken, wenn recht zahlreiche Beobachtungen von Schwellensenkungen, die bei verschiedenen Unterbauarten, Bettungen, Fahrgeschwindigkeiten, Achsdrücken usw. gemacht wurden zur Verfügung stünden.

Diese Sammlung von Einzelwerten, zweckmäfsig gesichtet, könnte teils zur Nachprüfung der in den Formeln vorkommenden Bettungsziffern beitragen, teils aber für die Notwendigkeit, eine Unterbauziffer in die Berechnung einzuführen, einen neuerlichen Beweis liefern.

Diese Erwägungen veranlafsten den Verfasser, den nachfolgend beschriebenen Senkungsmesser für Holzschwellen vorzuschlagen, der in Bettungen aus Flufs- oder Bergschotter, wie auch aus Sand verwendbar ist.

Der Apparat ist senkrecht durch mäfsig starke, beiderseits gleichzeitige Hammerschläge so tief in die Bettung einzutreiben, bis der Träger T den unteren Teil des Schiebers Sch hart an die zu untersuchende Schwelle drückt. Mit den Schrauben S_1 und S_2 wird nun der Schieber an die Schwelle fest angeschraubt.

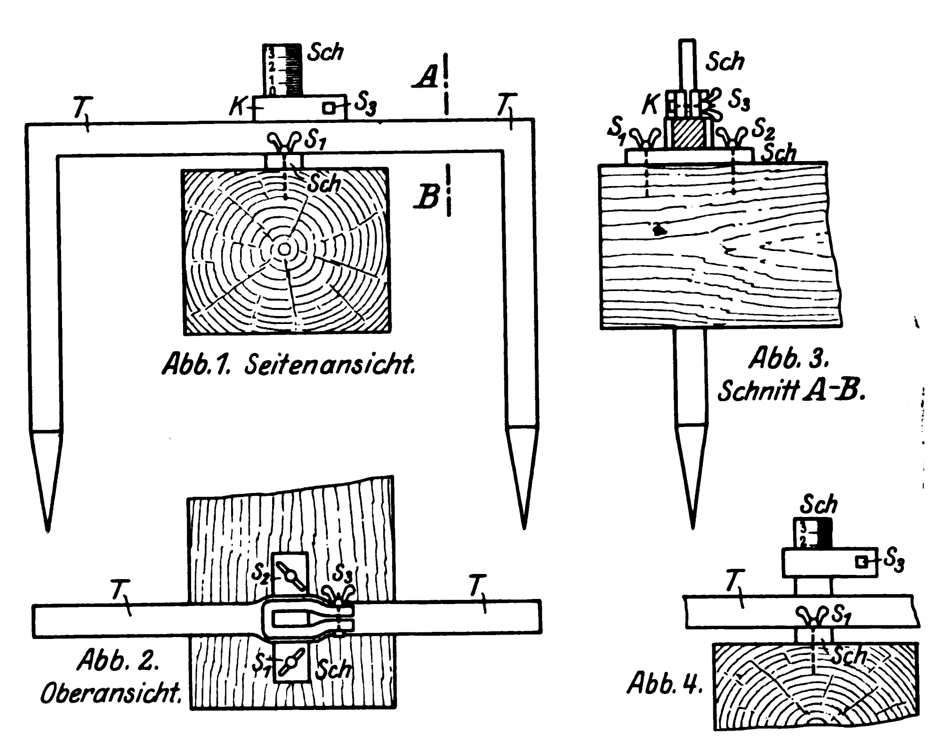
Die den senkrechten Teil des Schiebers umfassende Klemme K ist — von oben an den Träger gedrückt — mittels der Schraube S_3 mäfsig stark an den Schieber zu befestigen. In dieser Stellung liegen die obere Fläche der Klemme und die Nullinie des am Schieber angebrachten Mafsstabes in derselben wagerechten Ebene (vgl. Abb. 1 bis 3).

Die Schwelle nimmt bei der Einsenkung den Schieber mit sich, während die Klemme am Träger bewegungslos sitzen bleibt.

Nach Übergang der letzten Achse rücken Schwelle und Schieber in die Ausgangsstellung zurück, wodurch die Klemme am Schieber haftend das Höchstmafs der durch die einzelnen Achsen verursachten Schwellensenkungen anzeigt (Abb. 4).

Wenn die Klemme nach Lockerung der Schraube S_3 nicht wieder ganz in ihre Ausgangslage auf dem Träger zurückkehrt, also mit der Nullinie des Mafsstabes nicht mehr übereinstimmt so wird dadurch bekundet, dafs sich die Schwelle um den Unterschied bleibend gesenkt hat, Bettung und Unterbau also nicht restlos elastisch dem Druck widerstanden haben.

Zusatz der Schriftleitung. Im Einvernehmen mit dem Herrn Verfasser weisen wir darauf hin, dafs der beschriebene Schwellensenkungs-Messer auch für den praktischen Unterhaltungsdienst Bedeutung gewinnen kann. Denn er gestattet, die Grenze zahlenmäfsig festzulegen, von der an die Notwendigkeit des Nachstopfens eintritt. Für den Vorschlag, Bettungs- und Unterbauziffer aus den Angaben des Apparates abzuleiten, ist zu beachten, dafs die gewonnenen Werte nicht absolut sind; sie werden vielmehr dadurch beeinflufst, dafs das Gestell an der Einsenkung der Bettung und des Untergrundes teilnimmt und die elastische Zusammendrückung der Schwelle in den Angaben mit erscheint. Immerhin liefsen sich diese Störungsquellen durch Beiwerte, die aus den Beobachtungen Wasiutynskis abgeleitet werden können, angenähert ausschalten.



Aufschweifsen von Radspurkränzen.

Von Oberregierungsbaurat **Gollwitzer**, Direktor des Eisenbahnausbesserungswerkes Nürnberg.

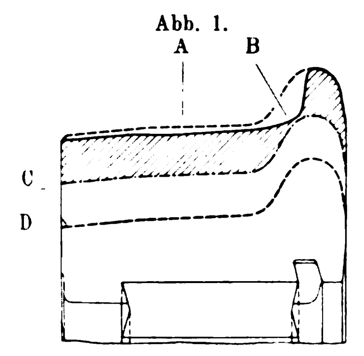
Hierzu Tafel 28.

Die Radreifen der Räder von Schienenfahrzeugen nützen sich im Betriebe ab und müssen von Zeit zu Zeit wieder auf den vorgeschriebenen Querschnitt gebracht werden.

Für das Gebiet des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen sind dabei die Bestimmungen in §§ 68 bis 70 der technischen Vereinbarungen mafsgebend.

Nach dem bisher allgemein gebräuchlichen Bearbeitungsverfahren wird von dem abgenützten Radreifen durch Abdrehen so viel weggenommen, dafs der vorgeschriebene Umrifs der Lauffläche und des Spurkranzes wieder erreicht wird. War die Abnützung des Radreifens nur in der eigentlichen Lauffläche eingetreten, so ist der Verlust bei diesem Verfahren gering und nicht zu vermeiden. Anders aber gestaltet sich das Bild bei einer in der Berührungsfläche des Spurkranzes mit der Schiene aufgetretenen Abnützung, die sich bekanntlich bis zum ausgesprochenen Scharflaufen des Rades steigern kann.

Abb. 1.



In Abb. 1, die den Querschnitt eines im Spurkranz besonders stark abgenützten Radreifens darstellt, bedeutet A die ursprüngliche Umrifslinie des neuen Reifens, B die Abnützungslinie nach der ersten Laufzeit, C den Umrifs nach dem ersten Abdrehen, D den Umrifs bei der geringsten zulässigen Radreifenstärke. Der gestrichelte Querschnitt zeigt den Verlust beim Abdrehen: etwa 19 mm Radreifenstärke, im Laufkreis gemessen, gehen ausschliefslich wegen der Abnützung in der Spurkranzhohlkehle verloren. Wenn sich das Rad noch ein zweites Mal in ähnlicher Weise abnützt, so wird bereits beim nächsten Abdrehen die zulässige Mindeststärke erreicht, der Radreifen mufs nach nur 3 Laufzeiten ausgewechselt werden.

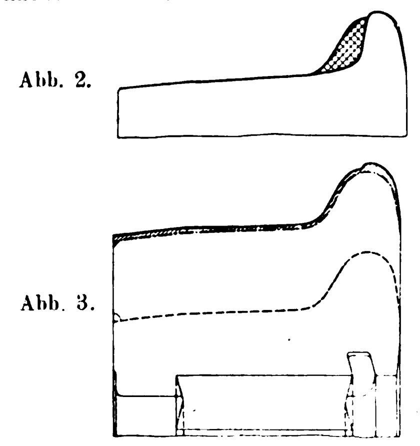
Wenn im Folgenden von Spurkranzabnützung gesprochen wird, so ist damit immer ein derartiger Verschleifs der Spurkranzhohlkehle gemeint, dafs deswegen der Radreifen merklich stärker abgedreht werden mufs, als wegen der Abnützung in der eigentlichen Lauffläche notwendig wäre.

Der grofse Querschnittsverlust, der im Beispiel durch die Spurkranzabnützung bedingt ist, tritt nun gleichzeitig am anderen Rad der gleichen Achse auf, auch wenn an diesem der Spurkranz noch voll erhalten war, da ja die beiden Räder einer Achse den gleichen Laufkreisdurchmesser erhalten müssen. Nach angestellten Beobachtungen zeigen rund 25 % aller Wagenräder, die in Eisenbahnwerkstätten zur Instandsetzung einlaufen, Spurkranzabnützung. Von diesen 25 % aller Wagenräder sind mindestens 75 % (= 19 % der Gesamtzahl) durch die Achse mit anderen Rädern verbunden, die in der Spurkranzhohlkehle nicht abgenützt sind, trotzdem aber in gleich unwirtschaftlichem Mafse abgedreht werden müssen; der Rest = 6 % aller Wagenräder trifft auf Achsen, deren beide Räder im Spurkranz abgenützt sind. Es werden also etwa 6 + 19 + 19 = 44 % aller Wagenradreifen wegen Spurkranzabnützung an einem oder beiden Rädern der Achse vorzeitig verbraucht. Am schlimmsten wirkt sich jedoch die Abnützung einzelner Spurkränze an den miteinander verkuppelten Rädern der Lokomotiven aus; hier müssen unter Umständen wegen eines einzigen abgenützten Spurkranzes 6, 8 oder 10 Räder auf das Unwirtschaftlichste abgedreht werden. Alljährlich wandern in den Räderdrehereien ungeheure Mengen von wertvollem Radreifenstahl in die Spänekästen und die Lieferer von Raddrehbänken überbieten sich in dem erfolgreichen Bestreben, möglichst grofse Radreifenquerschnitte in kürzester Zeit zu Schrott zu machen. Mit der Forderung wirtschaft-

lichen Betriebes läfst sich dieses alte Verfahren nicht vereinigen.

Abhilfe ist dadurch möglich, dafs die Abnützung des Spurkranzes durch Auffüllung ersetzt wird.

Wenn wir an dem abgenützten Querschnitt des Beispieles nur den in Abb. 2 gestrichelten Querschnitt auffüllen, so geht bei der Herstellung des vorgschriebenen Umrisses durch Abdrehen nur noch die kleine, in Abb. 3 gestrichelte Querschnittsfläche verloren. Dieser Verlust ist deswegen notwendig, weil der Drehstahl die hartgelaufene Lauffläche des Rades nur dann zu bearbeiten vermag, wenn er sie um einige mm untersticht. Wird das Abdrehen an solchen Rädern durch Schleifen ersetzt, so läfst sich der Verlust am Laufkreisdurchmesser fast auf Null verringern.



Das Mittel für die Auffüllung nach Abb. 2 ist uns in der Schmelzschweifsung*) gegeben. Die Lokomotivradreifen bestehen aus Tiegelflufsstahl von 65 bis 73 kg, die Tender- und Wagenradreifen aus Siemens Martin- oder Bessemerstahl von 60 bis 68 kg Zerreifsfestigkeit auf das qmm. Diese Stahlsorten lassen sich sowohl autogen als elektrisch gut aufschweifsen. Da die autogene Schweifsung wesentlich teurer ist als die elektrische, kommt für unsere Zwecke hauptsächlich die letztere in Betracht. Sie hat zudem den Vorzug, dafs mit ihr das Aufschweifsen vollständig selbsttätig geschehen kann.

Die beiden Fragen, von deren Beantwortung die allgemeine Einführung des Aufschweifsverfahrens abhängt, sind die nach der Haltbarkeit und nach der Wirtschaftlichkeit.

Haltbarkeit. Durch zahlreiche Festigkeitsversuche und metallographische Untersuchungen wurde nachgewiesen, dafs bei allen Probestücken eine einwandfreie Verbindung des Schweifsgutes mit dem Radreifen erzielt war.

Abb. 4 zeigt in halber natürlicher Gröfse das Aussehen einiger geätzter Schweifsproben in der Übergangszone vom Radreifen zum aufgetragenen Schweifsgut. Die Aufschweifsung war mit Kathoden von verschiedenen Härten erfolgt, die alle gleich gut gebunden haben. Die Zone von dunklerer Färbung, die sich auf den Ätzproben rechts oben und links und rechts unten zeigt, liegt bereits im Radreifenmaterial und ist auf eine schwache Vergütung desselben zurückzuführen, die durch das Erwärmen durch die heifse Schweifsmasse und die darauf folgende Abkühlung zustande kam. Abb. 5 stellt das Gefüge in der Grenzzone bei hundertfacher Vergröfserung dar. Hier war die Auftragung mit weicherem Stahl erfolgt, während Abb. 6 an einem Probestück mit härterer Auftragung in 20facher Vergröfserung rechts die Schweifsmasse, in der Mitte sorbitisches Übergangsgefüge, links beginnendes Radreifengefüge zeigt. Abb. 7 ist ein Ausschnitt aus dem Grenzgebiet zwischen der Schweifsmasse und der Übergangszone des in Abb. 6 dargestellten Schliffes, hier in der Vergröfserung 100 : 1.

Der Übergang verläuft allmählich. Je nach der Art der angewandten Kathoden ist das aufgetragene Schweifsgut teils weicher, teils gleichhart, teils härter als die Masse des Radreifens.

Abb. 8 zeigt Stauchproben, bei denen die Stauchzylinder derart hergestellt waren, dafs die Schweifsnaht der Länge nach etwa durch die Zylindermitte ging, so dafs ein Teil aus Radreifenstoff, der andere aus Schweifsgut besteht. In dem Lichtbild sind die Proben nach dem Stauchen geätzt dargestellt. Sie waren bei einem ursprünglichen Zylinderdurchmesser von 15 mm und einer ursprünglichen Höhe von 30 mm unter Belastungen bis zu 38 820 kg auf 19,1 bis 12,3 mm zusammengedrückt worden, ohne dafs eine Trennung zwischen dem ursprünglichen Werkstoff und dem Schweifsgut eintrat.

*) Das Verfahren ist zum Patent angemeldet.

In Abb. 9 ist das Ergebnis von Biegeproben dargestellt. Ein Stück Radreifen mit Aufschweifsung wurde unter dem Hammer warm gerade gerichtet und auf etwa $^1/_5$ seines Querschnitts ausgeschmiedet. Das oben in dem Lichtbild schräg liegende Stück ist ein geätzter Längs- und Querschnitt durch die ausgereckte Probe. Es war weder ein Aufreifsen der Schweifsnaht, noch ein Loslösen einzelner Schweifsfugenteile zu beobachten, obwohl doch gerade das Ausrecken des warmgemachten Stückes ganz aufserordentlich hohe Anforderungen an die Güte der Schweifsung stellt. Zwei Proben desselben Stückes wurden unter der Biegemaschine gebogen. Hierbei liefs sich die Probe, bei der das Schweifsgut auf Druck beansprucht wurde, fast um 180° falten, während bei dem Stück, bei dem das Schweifsgut auf Zug beansprucht wurde, sich ein Biegewinkel von nur etwa 9° ergab. Die Bruchflächen der ziemlich grofsen Querschnitte sehen feinkörnig aus und zeigen nur unbedeutende Stellen von oxydischen Einschlüssen.

Auch weitere Versuche, bei denen ein und derselbe Radreifen 8 mal nacheinander aufgeschweifst und immer wieder abgedreht wurde, ergaben tadellose Gefüge- und Festigkeitsverhältnisse.

Endlich haben sich die zahlreichen Räder, die nun zum Teil schon seit eineinhalb Jahren im Betriebe laufen, vorzüglich bewährt. Obwohl jedes einzelne aufgeschweifste Rad im Betrieb eigens genau beobachtet wird, kam es auch nicht zur geringsten Beanstandung. Es liegen Berichte von Bahnbetriebswerken vor, welche Radsätze nach 25 000, 40 000 und 80 000 km Lauf eingehend untersucht haben und sich gleichlautend dahin aussprechen, dafs sich im Betriebe kein Unterschied zwischen geschweifsten und ungeschweifsten Rädern zeigt. Auch nach Leistung von 80 000 km blieb der bereits stark abgenützte aufgeschweifste Werkstoff in inniger Bindung mit dem Radreifen.

Wirtschaftlichkeit. Abb. 10 zeigt Querschnitte der beiden Radreifen einer Wagenachse. Während der Spurkranz des linken Reifens nicht nennenswert abgenützt ist, führte starker Verschleifs am rechten Reifen bereits bis zum Scharflauf des Spurkranzes. Beim Abdrehen nach dem alten Verfahren geht an beiden Rädern der ganze nicht gestrichelte Querschnitt verloren, entsprechend einem Verlust an Radreifenstahl von 113 kg. Wird der Verschleifs am rechten Reifen durch Auftragen von 6 kg Stahl ergänzt, wie in Abb. 11/12 dargestellt, so verringert sich der Verlust beim Abdrehen auf 30 kg Radreifenstahl, entsprechend der aus Abb. 12 ersichtlichen Fläche. Wenn wir statt des Abdrehens das Schleifen anwenden, so läfst sich, wie schon oben erwähnt, der Verlust noch wesentlich verringern.

In Tafel 28 ist die Wirtschaftlichkeit des Aufschweifsens an den Rädern einer G 10 Lokomotive untersucht. Die ausgezogenen Linien geben das Bild der abgenützten Reifen, die gestrichelten das der Radreifen nach dem Abdrehen oder Abschleifen.

1. Fall: Beim Abdrehen ohne Aufschweifsung zwingt die Abnützung am Spurkranz des rechten Rades der ersten Achse und des linken Rades der zweiten Achse dazu, unter einem Verlust von 650 kg Radreifenstahl die sämtlichen 10 Räder auf einen Durchmesser von 1342,5 mm abzudrehen.

2. Fall: Werden an den Spurkränzen der erwähnten beiden kritischen Räder insgesamt 3 kg Stahl aufgetragen, so läfst

Abb. 4. Spurkranzschweifsung: Ätzflächen. M. 1:2.

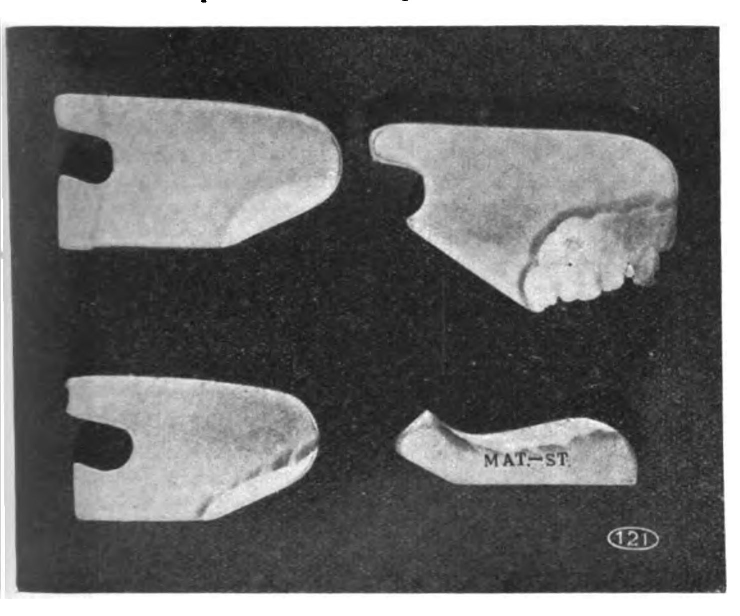


Abb. 5. Spurkranzschweifsung: Gefügebild. M. 100:1.

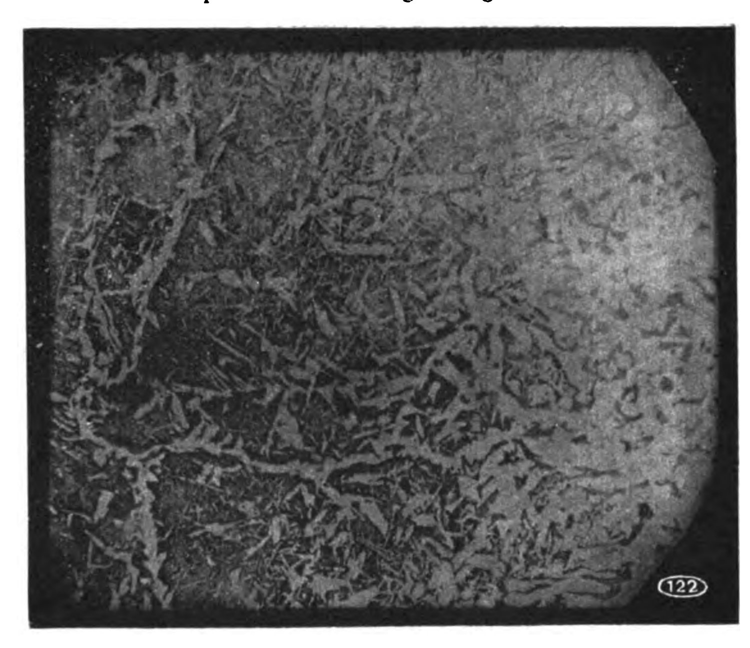


Abb. 6. Spurkranzschweifsung: härtere Schweifsung — Schliff. M. 20:1.

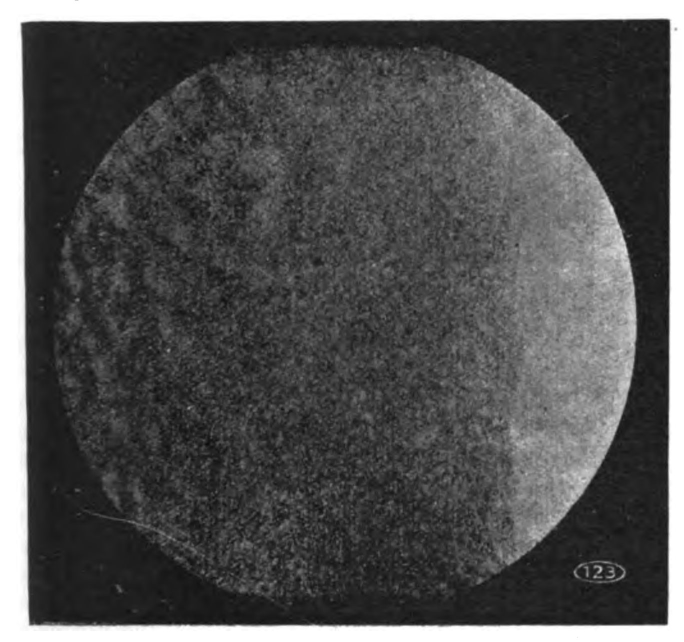


Abb. 7. Spurkranzschweifsung: Gefügebild der Übergangszone. M. 100:1.

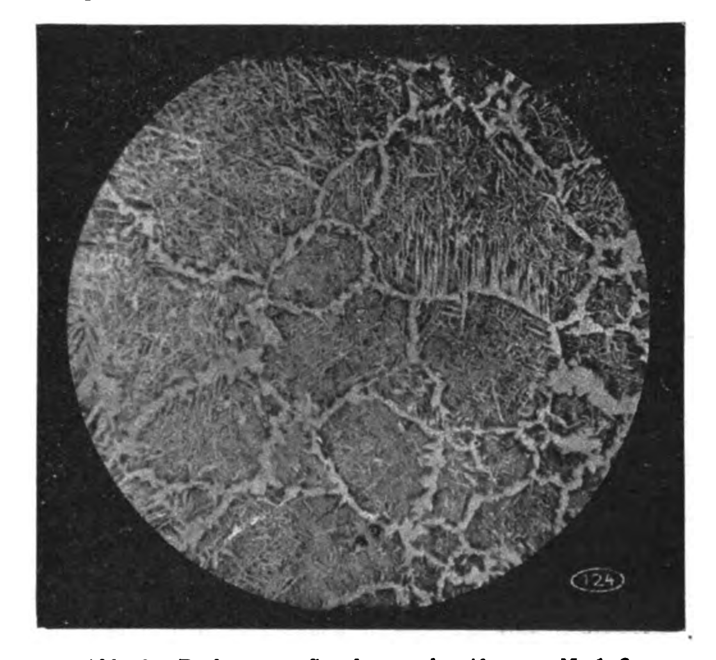
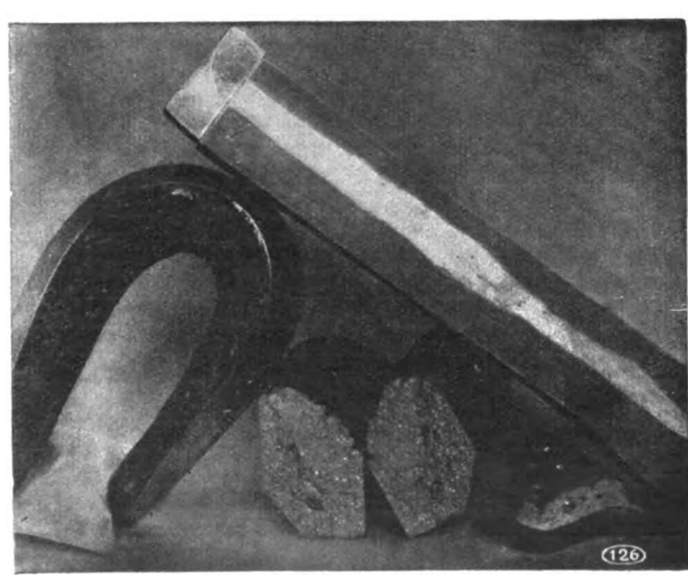


Abb. 8. Schweifsung auf Radstahl Druckproben geätzt. M. 1:1.



Abb. 9. Proben von Spurkranzschweifsung. M. 1:3.



sich der Verlust an Radreifenstahl bereits auf 340 kg verringern, wobei ein Durchmesser von 1356,5 mm erhalten bleibt. Nunmehr ist das linke Rad der ersten Achse infolge seiner Spurkranzabnützung zum kritischen Rad geworden.

3. Fall: Wird der Verschleifs an diesem Spurkranz nun ebenfalls durch Aufschweifsen zum Teil ersetzt, wobei zugleich die im ersten Fall genannten beiden kritischen Räder in stärkerem Mafse aufzuschweifsen sind, so verringern wir bei einem Aufwand von 8 kg Schweifsstoff den Verlust an Radreifenstahl auf 160 kg und erhalten für die 10 Räder einen Laufkreisdurchmesser von 1364,5 mm.

Eine weitere Verbesserung ist nicht mehr zu erzielen, da nunmehr beim rechten Rad der ersten Achse der neue Umrifs in der Lauffläche bereits dicht an den abgenützten Umrifs herangerückt ist. Immerhin haben wir durch Auftragen von 8 kg Schweifsstoff bereits 650 — 160 = 490 kg Radreifenstahl und die entsprechenden Kosten für Abdrehen erspart und 24 mm Laufkreisdurchmesser an 10 Rädern gewonnen.

Diese beiden Beispiele machen die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wohl schon von vorneherein wahrscheinlich.

Bei der näheren Untersuchung der Frage ist folgendes zu beachten: Die Wagen- und Lokomotivradreifen der Reichsbahn besitzen im Laufkreis je nach der Gattung eine Stärke von 69,5 bis 75 mm im neuen Zustand. Nach den technischen Vereinbarungen darf die geringste Stärke der Radreifen im Betrieb nicht weniger als 25 mm betragen. Radreifen, die mit einer Stärke von 30 mm oder darunter in die Werkstätten kommen, dürfen nicht mehr abgedreht, sondern müssen durch neue Reifen ersetzt werden. Die durchschnittliche Stärke, bei der abgenützte Radreifen unbrauchbar werden, beträgt also 27,5 mm, die nutzbare Stärke infolgedessen 42 bis 47,5 mm. Wenn diese nutzbare Stärke abgelaufen und abgedreht ist, ist der Radreifen unbrauchbar geworden. Wir können also den Wert von 1 kg nutzbaren Radreifenquerschnittes oder den Durchschnittswert von 1 mm nutzbarer Radreifenstärke aus dem Wert eines neuen Radreifens ermitteln.

Dieser Neuwert setzt sich zusammen aus den Kosten für den Ankauf des rohen Radreifen zuzüglich der Kosten für Fracht und Verladung, für zum Anwärmen benötigte Gasmenge, für das Aufziehen einschliefslich Ausdrehen und Einsetzen des Sprengringes, für das Abdrehen des neuen Reifens, für das Abziehen des verbrauchten Reifens und endlich der Beförderungskosten für die Radsätze von der Lokomotiv- oder Wagenwerkstätte zur Räderwerkstätte und zurück (diese Kosten können vernachlässigt werden, wenn beide Werkstätten örtlich vereinigt sind). Abzuziehen ist der Wert der anfallenden Drehspäne sowie der Altstoffwert des verbrauchten Reifens.

So ergibt sich als Wert von 1 kg nutzbaren Querschnittes weit über das Doppelte des Ankaufspreises von 1 kg des rohen Radreifens.

Aufser dieser Einsparung an wertvollen Werkstoffen erzielt man weiterhin eine ganz wesentliche Verringerung der Abdrehkosten, da ja nach dem Aufschweifsen bedeutend kleinere Querschnitte abzunehmen sind.

Um die Vorteile der Aufschweifsung voll auszunützen, wird man, wie schon eingangs erwähnt, in vielen Fällen das Abdrehen durch Schleifen ersetzen. Die früheren Versuche, Radreifen durch Schleifen zu bearbeiten, mufsten daran scheitern, dafs zu grofse Querschnitte abzunehmen waren; nachdem mit Hilfe des Aufschweifsens der Spurkränze diese Schwierigkeit beseitigt ist, steht der Anwendung des sparsameren Schleifens anstelle des Abdrehens oder in Verbindung damit nichts mehr im Wege.

Ausführung des Verfahrens.

Die ersten Versuche wurden durch Auftragen des Schweifsgutes von Hand ausgeführt Dabei zeigte sich, dafs sowohl elektrische Lichtbogen- als autogene Schweifsung technisch einwandfrei zum Ziele führten. Je nach dem verwendeten Schweifsdraht liefsen sich beliebige Härten zwischen 48 und 110 kg je qmm, in Festigkeitswerten ausgedrückt, erreichen. Wegen der höheren Kosten der autogenen Schweifsung wurde der Ausbildung der elektrischen Lichtbogenschweifsung für den vorliegenden Sonderzweck besonderes Augenmerk zugewandt. Es wurde unter Zuhilfenahme einer alten Raddrehbank zunächst eine behelfsmäfsige Einrichtung geschaffen, auf der die Spurkränze vollständig selbsttätig aufgeschweifst werden. Das in bekannter Weise in die Drehbank eingespannte Rad dreht sich langsam unter einem Schweifskopfe durch, der den als Kathode dienenden Schweifsdraht selbsttätig derart nachschiebt, dafs der Lichtbogen ständig gehalten wird. Der Nachschub erfolgt durch einen im Schweifskopf liegenden kleinen Motor, dessen Tätigkeit durch ein Relais geregelt wird. Der Schweifsstrom wird geliefert von einem fahrbaren Schweifsumformer der Siemens-Schuckert-Werke, der den zur Verfügung stehenden Drehstrom von 310 Volt in Gleichstrom verwandelt. Auf der Gleichstromseite wird mit einer Klemmenspannung von rund 20 Volt bei einer Stromstärke von 180 bis 200 Amp gearbeitet. Die Verwendung des fahrbaren Schweifsumformers hat den Vorzug, dafs dieser bei vorübergehendem besonders starken Bedarf an Schweifsstrom für andere Zwecke leicht von der Radschweifsmaschine abgeklemmt und an einen anderen Verwendungsort gebracht werden kann.

Zur Beschleunigung des Arbeitsvorganges werden auch 2 oder mehr solcher Schweifsköpfe hintereinander angebracht. Das Aufschweifsen eines stark abgenützten Spurkranzes mit 2 Lichtbogen dauert auf der behelfsmäfsigen Vorrichtung durchschnittlich 1 Stde. 40 Min.

Bei dieser Vorrichtung liegt die Achse wagrecht, steht also das aufzuschweifsende Rad senkrecht. Daraus ergeben sich 2 Nachteile. Es mufs etwas mehr Schweifsgut aufgetragen werden, als an sich nötig wäre, weil gewissermafsen eine Böschung aufgebaut werden mufs; ferner mufs der Lichtbogen von der senkrecht stehenden Kathode aus fast wagrecht auf die abgenützte Spurkranzfläche wirken, eine Anordnung, die der Güte der Schweifsung abträglich ist. Beide Nachteile werden

Abb. 10. Altes Verfahren. Verlust an Radreifenstahl 113 kg.

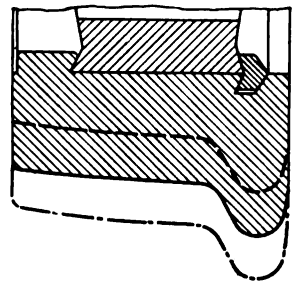
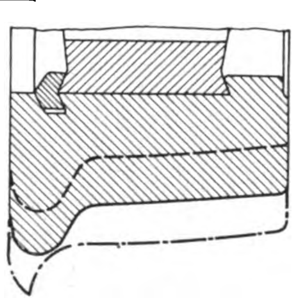



Abb. 11. Aufgeschweifste Stahlmenge 6 kg.

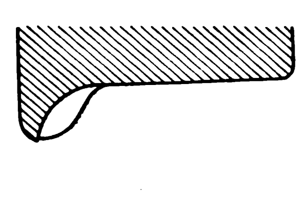
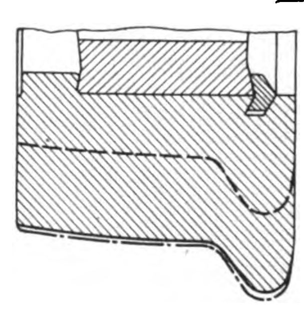
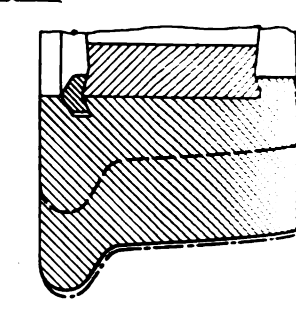
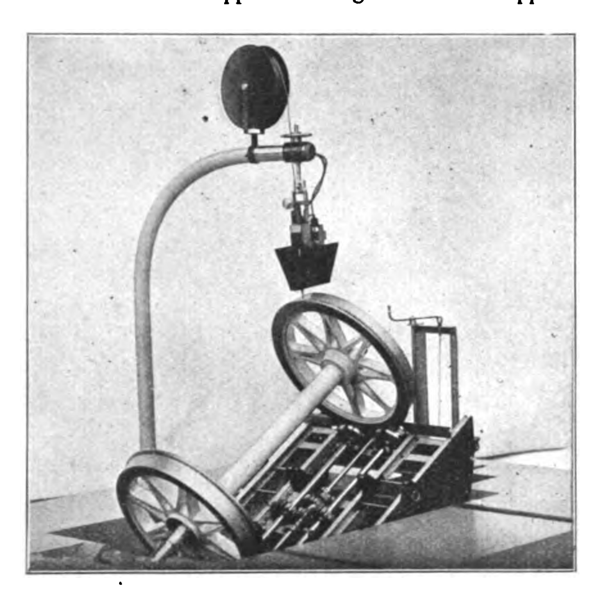


Abb. 12. Neues Verfahren. Verlust an Radreifenstahl 30 kg.

vermieden, wenn die Achse während der Schweifsung soweit schräg gestellt wird, dafs die Oberfläche der anzubringenden Auffüllung annähernd wagrecht liegt. Zu diesem Zweck wird die Achse auf eine Plattform gerollt und mit dieser schräg gestellt, wie aus Abb. 13 ersichtlich. Die im Bilde dargestellte Vorrichtung eignet sich vor allem für die Räder von Eisenbahn- und Strafsenbahnwagen. Die beiden Räder der Achse ruhen auf Rollen, die durch einen unterhalb der Plattform angebrachten Motor in Umdrehung versetzt werden und ihrerseits nun die Wagenachse drehen. Die Bewegung der Rollen

Abb. 13. Radsatzkippvorrichtung mit Schweifsapparat.



ist abhängig gemacht vom Lichtbogen, derart, dafs die Achse sofort stillsteht, wenn der Lichtbogen aus irgend einem Grunde abreifst. Dadurch ist vermieden, dafs bei Störungen im Schweifsvorgang Lücken in der Auffüllung entstehen. Bei der abgebildeten Radschweifsvorrichtung ist der Schweifskopf an einem schwenkbaren Ausleger verstellbar befestigt, so dafs er je nach Bedarf auf das eine oder andere Rad der Achse arbeiten kann. Ähnlich lassen sich auch 2 hintereinander arbeitende Schweifsköpfe am Ausleger anbringen. Die Kabel für den Schweifsstrom und für die Motoren der Schweifsköpfe werden innerhalb der Auslegersäule hochgeführt. Die Plattform ist derart gestaltet, dafs ihr Drehpunkt ungefähr im gemeinsamen Schwerpunkt der Plattform samt dem daraufstehenden Radsatz liegt. Das Kippen erfordert infolgedessen sehr wenig Kraftaufwand. Bei der abgebildeten Vorrichtung wird mittels eines durch ein Handrad bedienten Drahtseiles gekippt. Für kleinere Räder, z. B. die von Strafsenbahnen, wird man die Plattform noch einfacher mit Hilfe eines fest daran angebrachten Handhebels kippen können. Für Lokomotivräder mit grofsen Durchmessern empfiehlt sich eine etwas andere Anordnung der Kippvorrichtung, die sich zur Zeit erst im Bau befindet; sie wird auf der eisenbahntechnischen Ausstellung in Berlin gezeigt werden.

Beim Aufschweifsen der Spurkränze ist der Radreifen sorgfältig vor zu rascher Abkühlung durch Luftzug zu schützen. Im Winter sollen die Räder nicht unmittelbar vom Freien zum Schweifsen und von dort wieder ins Freie gebracht, sondern vor und nach der Schweifsung in einem geheizten Raum längere Zeit hinterstellt werden. Namentlich bei hochkohlenstoffhaltigen Radreifen besteht sonst die Möglichkeit, dafs sie infolge von Wärmespannungen zerspringen, insbesondere, wenn sie bei Neubereifung mit zu starker Schrumpfung aufgezogen wurden.

Im Eisenbahnausbesserungswerk Nürnberg gehen die aufgeschweifsten Räder unmittelbar vom Aufschweifsen zum Abdrehen oder Abschleifen.

Eine Spurkranzschweifsvorrichtung mit 2 Schweifsköpfen vermag bei 9 stündiger täglicher Arbeitszeit im Jahre etwa 1500 Räder aufzuschweifsen. Sie läfst sich auch mit Vorteil benützen zum Aufschweifsen von Radfelgen, die durch losgewordene Radreifen abgenützt wurden.

Auch da, wo wegen ungenügenden Anfalls von Radreifen mit Spurkranzabnützung die Vorrichtung nicht voll ausgenützt werden kann, ist ihre Beschaffung noch durchaus wirtschaftlich, wenn sie, wie oben angedeutet, mit fahrbaren Schweifsumformern ausgerüstet ist, die nach Bedarf zu anderen Schweifsarbeiten verwendet werden können.

Das neue Verfahren verlängert die Lebensdauer der Radreifen je nach dem Grad der Abnützung im Spurkranz bis auf das fünffache. Die dafür aufzuwendenden Kosten betragen nur einen Bruchteil der erzielten Einsparung, so dafs der Beschaffungsaufwand in kurzer Zeit getilgt ist. Es ist zu erwarten, dafs es rasch weite Verbreitung bei Eisen- und Strafsenbahnen findet.

Die Vorrichtungen für die Spurkranzschweifsung werden hergestellt von der Stahl- und Eisen G. m. b. H. Nürnberg-Herrnhütte im Verein mit den Siemens-Schuckert-Werken.

Erfahrungen mit einer flufseisernen Feuerbüchse mit gewelltem Mantelblech.

Von Oberregierungsbaurat **Füchsel**.

Unter den Werken der Technik, welchen die Kriegszeit eine Umstellung ihrer Fertigung auferlegte, befand sich auch die kupferne Feuerbüchse der Lokomotive. Das Kupfer wurde zur Kriegsführung gebraucht. An seine Stelle trat der Werkstoff Flufseisen, jedoch ohne dafs gleichzeitig eine Änderung der Bauart vorgenommen wurde bzw. aus Zeitmangel vorgenommen werden konnte. Es ist bekannt, dafs mit der überhasteten Umstellung des Werkstoffes Kupfer auf Eisen ein glatter Mifserfolg verbunden war. Die Schäden, die im Betriebe der eisernen Feuerbüchse auftraten und nicht kurzerhand behoben werden konnten, liefsen eine Lebensdauer der eisernen Feuerbüchse z. B. von nur 2 Jahren, bisweilen von nur $^1/_2$ Jahr aufkommen. Die Reichsbahnverwaltung entschlofs sich angesichts der unerträglichen Betriebsstörungen zu dem Schritt, sämtliche eisernen Feuerbüchsen auszubauen und sie durch kupferne wieder zu ersetzen, und führte damit geordnete Betriebsverhältnisse wieder herbei.

Eine Ausnahme jedoch wurde zugelassen für die im folgenden beschriebene Lokomotive, welche als einzige in der Kriegszeit eine Bauart erhalten hat, welche der Eigenart des Werkstoffes Flufseisen Rechnung trägt. Sie hat eine befriedigende Lebensdauer von 6 Jahren erlebt, die im allgemeinen auch von ihren in Amerika verbreiteten Artgenossinnen nicht überschritten worden sein soll.

Lebensgeschichte. Erbauer der Lokomotive 5176 Stettin — G 8¹ — ist F. Schichau, Elbing. Anlieferungsjahr: 1917.

Leistung: Vom 12. 1. 18 bis 22. 11. 23 = 80143 km im Güterzugbetrieb, soweit aufgeschrieben (aufserdem eine unbekannte Zahl von Kilometern, die während des Krieges nicht aufgeschrieben worden ist).

Baustoff des Mantels: Siemens- Martin-Flufseisen vom Borsig-Werk Oberschlesien, mit einer Bruchfestigkeit von 38 kg/qmm und einer Dehnung von 27 % längs der Faser,
36,4 » » » » » 28 % quer zur Faser.

Die Stehbolzen waren aus Flufseisen und von gewöhnlicher Form.

Sonderausrüstung: 4 Wasserumlaufrohre zwischen Rohr- und Türwand, die nach einem amerikanischen Vorbild als Feuerschirmträger dienten. Man wollte mit dieser Anordnung des Feuerschirms erreichen, dafs der zwischen dem Feuerschirm und der Feuerbüchswand verbleibende Luftspalt eine gleichmäfsige Erwärmung der Feuerbüchsseitenwände beim Anfachen des Feuers gewährleistete.

Ausbesserungsarbeiten während der Betriebszeit.

Auswechseln von Stehbolzen: 2 Stück im September 1918, 79 Stück im September 1920, 336 Stück im Mai 1921, 214 Stück im Oktober 1922. Die meisten Undichtigkeiten an den Stehbolzen traten in den oberen Reihen oberhalb der eingeprefsten Wellen auf. Die eisernen Bolzen sind vielfach gegen kupferne ausgewechselt worden.

Einschweifsen von Flicken in den Feuerbüchsseitenwänden und in der Rohrwand sowie in der Feuerbüchshinterwandkrempe am Umbug im Mai 1921 und September 1922. Ferner wurde ein Rifs in der Decke rechts hinten, nahe dem Umbug, durch Schweifsung geschlossen. Sämtliche Schweifsarbeiten sind mit Azetylenschweifsbrennern vorgenommen worden und haben in der Folgezeit vollkommen dicht gehalten.

Ausbau der Wasserumlaufrohre: Vor 1921 ist eines der gekrümmten Rohre durch Anpressung an der Rohrwandverbindungsstelle undicht geworden. Alle vier Rohre wurden ausgebaut und versehentlich in vertauschter Lage zu den beiden Wänden wieder eingebaut. Die vier Rohre mit ihrem engen Abstand erwiesen sich bei den Ausbesserungsarbeiten als hinderlich; ihr endgültiger Ausbau erfolgte 1922.

Schäden, die beim Ausbau im November 1923 festgestellt wurden.

Bei Zuführung zum Ausbesserungswerk (Buckau) lagen zunächst nur Schäden auf der Feuerseite vor, deren Behebung möglich war:

Die Seitenwände waren in den unteren glatten Teilen unterhalb der Wellen bis auf etwa eine halbe Wandstärke, d. h. bis auf 5 mm abgezehrt, desgleichen zeigten die Köpfe der Bodenringnieten starke Abzehrungen. In der Rohrwand fand sich in der Höhe der Feuerzone ein mit einfachen Mitteln verschweifster Nietlochrifs. In den Wänden waren vorwiegend in den oberen Reihen eine Anzahl Stehbolzen gerissen und auszuwechseln.

Der Zustand der Feuerbüchse auf der Feuerseite war im übrigen gut und es sollten die abgezehrten Streifen der unteren Seitenwände mit dem Schneidbrenner entfernt und an ihre Stelle neue Blechstreifen mittels Azetylenschweifsbrenner angesetzt werden.

Der hierzu erforderliche Ausbau der Feuerbüchse aus dem Stehkessel legte jedoch auf der Wasserseite weitere Schäden nach Abb. 1 bis 4 frei:

Anfressungen in Gestalt von kleinen Rostgruben im seitlichen Umbug der Rohr- und Türwand und zwar angehäuft im unteren Teil der Einschnürung, Abb. 3; gröfsere Gruben fanden sich in den Wellentälern auf beiden Mantelseiten und der Decke, weitere Abzehrungen im hinteren glatten Teil der Mantelfläche aufserhalb der Wellen. Rostfurchen in üblicher Form kurz über dem Bodenring im mittleren Teil der Seitenwände; die Ecken der Seitenwände waren von diesen Rostfurchen frei geblieben.

Rifsbildungen: Im unteren Teil der eingeprefsten Wellen des Mantelbleches befanden sich Falten und Anrisse von einigen Millimetern Tiefe, besonders an den dort gelegenen Stehbolzenlöchern und zwar auf der rechten Seite stärker als auf der linken, Abb. 4. Im oberen Teil der Wellen, wo die Einpressung allmählich verläuft, waren die Falten und Anrisse weit weniger ausgeprägt, die Blechoberfläche war annähernd glatt, Abb. 1.

Der wagerechte Teil des Umbugs der Rohrwand zeigte zwischen den oberen Ecken und der Mitte einen Höhenunterschied von 20 mm, ohne dafs die Benutzung der Feuerbüchse hierdurch beeinträchtigt worden war, Abb. 2.

Abb. 1. Rechte Mantelseite mit eingeprefsten Wellen, Korrosionen weifs umrändert.

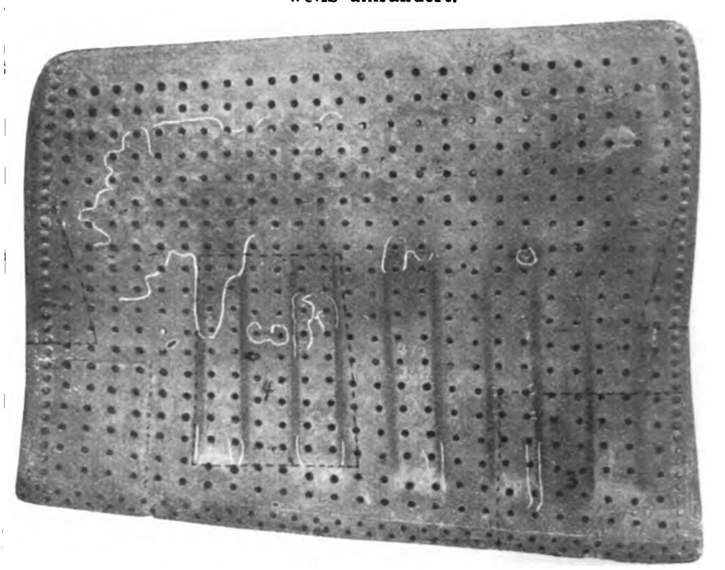
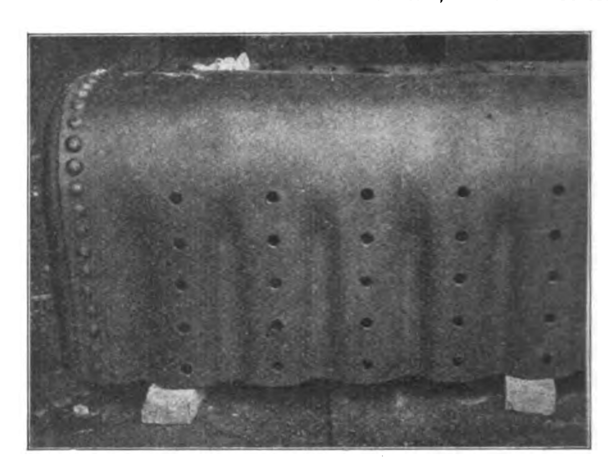


Abb. 2. Ausschnitt aus der Manteldecke, Rohrwandseite.



Beurteilung des Zustandes aus den Schäden.

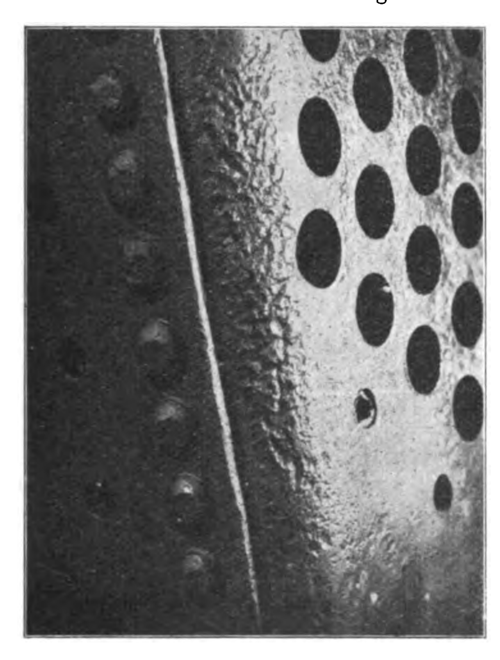
Der Zustand der Feuerbüchse ist in Anbetracht ihrer nahezu sechsjährigen Betriebszeit als gut zu bezeichnen. Es fehlen Rifsbildungen in den Mantelseiten in der heifsesten Feuerzone, wie sie in Feuerbüchsen mit glattem Mantelblech in der Regel nach 2 Jahren aufgetreten sind, gänzlich. Das Atmen des Bleches beim Wechseln heifs — kalt — heifs hat unter der welligen Formgebung offenbar frei vor sich gehen können. Die Oberfläche des Bleches ist bis auf die oben erwähnten Anfressungen glatt und zeigt nicht die bei anderen Feuerbüchsen beobachtete Runzelbildung (vergl. Glasers Annalen Nr. 7 und 8 vom 1. 10. und 15. 10. 23, Untersuchungen von Regierungsbaurat Dr. Kühnel).

Gegen den gewählten Werkstoff des Bleches ist nichts einzuwenden. Vereinzelte Anrisse an Stehbolzenlöchern sind angesichts der sechsjährigen Lebensdauer nicht als erhebliche Schädigungen anzusehen.

Die Stehbolzenbrüche, welche zumeist im glatten Teil des Mantels liegen, werden sich voraussichtlich vermeiden lassen, wenn die Wellen ohne Unterbrechung im Umbug von Seitenwand zur Decke angeordnet werden. Auch durch schlankere Formgebung der Stehbolzen ist vielleicht gröfsere Beweglichkeit

derselben möglich, es könnte dann ein glatter Umbug des Mantels ohne durchlaufende Wellen in Frage kommen. Beide Möglichkeiten werden zur Zeit einer Prüfung unterzogen. Erfordernis ist jedenfalls, die Kesselschmiedearbeit so einzurichten, dafs keinerlei Versetzung der Blechwandung durch Kaltreckarbeiten, wie Kopfschlagen der Stehbolzenköpfe, Verstemmen usw., benötigt wird.

Abb. 3. Rohrwandumbug.



Die Rifsbildung im unteren Teil der Wellentäler der Mantelseiten war durch Schweifsen nicht zu beseitigen, weil die zur Nachbehandlung benötigten Werkstatteinrichtungen nicht vorhanden waren.

Die Ursache der Rifsbildungen ist den bei der Herstellung hervorgerufenen inneren Spannungen zuzuschreiben. Das Einpressen der Wellen ist nach Angabe der Herstellerin nacheinander bei wiederholter Teilerwärmung erfolgt, ein Ausglühen (Normalisieren) des ganzen Mantels hat nicht stattgefunden. Die starken Anrisse an den Stehbolzenlöchern und unteren Teilen der Wellentäler können wohl mit der starken Werkstoffbeanspruchung bei der Prefsarbeit und dem Unterlassen des nachträglichen Glühens erklärt werden

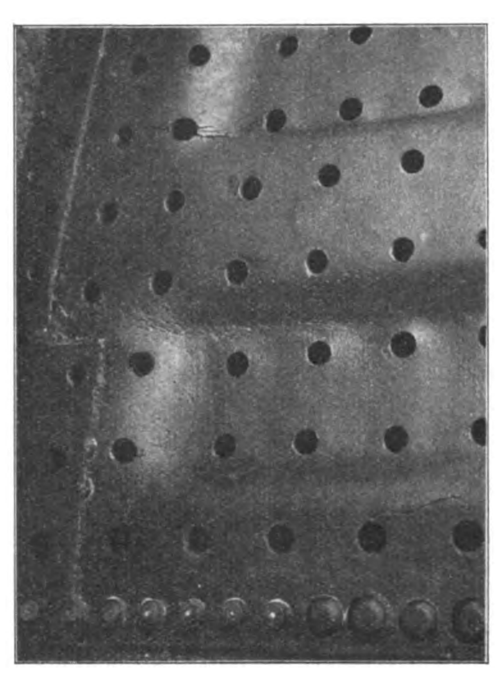
Die Anordnung der vier Wasserumlaufrohre (Feuerschirmträger) stellt einen Sonderversuch dar, der an sich mit dem Hauptversuch — flufseiserne Feuerbüchse mit welligem Mantelblech — nichts zu tun hat. Dieser Sonderversuch hat technisch und wirtschaftlich das Ergebnis des Hauptversuches ungünstig beeinflufst, u. a. Abkürzung der Betriebszeit und Vermehrung der Ausbesserungsarbeiten verursacht, die nicht zu Lasten der Wirtschaftlichkeit der flufseisernen Feuerbüchse zu rechnen sind. Abtrennen dieses Nebenversuches ist für neue Versuche geboten.

Die Mafsabweichung im Umbug der Rohrwand ist voraussichtlich in der Kriegszeit auf mechanischem Wege durch eine ausbessernde Werkstatt herbeigeführt worden.

Anfressungen. Die Rostschäden waren entweder unbedenklich oder durch Auftragsschweifsung zu beseitigen. Die Auswechselbarkeit der unteren abgezehrten Streifen ist bereits dargelegt worden. Als Ursache der Anfressungen tritt Sauerstoffangriff auf. Auf der Feuerseite hat wahrscheinlich Dampfnässe von der Aschkastenspritze die Abzehrung herbeigeführt. Die erhöhte Temperatur dieser Zone, welche durch das über dem Bodenring stillstehende Wasser weniger gekühlt wird, ist hierbei von ungünstigem Einflufs. Ob auch Abzehrungen allein infolge zu hoher Temperatur vorliegen, mufs noch durch nähere Untersuchung festgestellt werden. Die Abzehrungen auf der Wasserseite liegen sichtlich an Stellen, wo das Wasser die Wandung mit geringer Geschwindigkeit bespült und die aufsteigenden Dampfbläschen an der schrägen Neigung der Wand ein Hindernis finden. Aufserdem tritt eine Verminderung der Geschwindigkeit in den Wellentälern, wo der Querschnitt der Wasserkammer sich erweitert, auf, die Anfressung ist hier unter dem Einflufs vermehrter Sauerstoffabgabe stärker.

Auch die pockenartige Abzehrung im Umbug der Rohr- und Türwand in Höhe der Einschnürung der Feuerbüchse findet ihre Erklärung an der Verminderung der Aufstiegsgeschwindigkeit der Dampfbläschen, denen hier an der Neigung ein Hindernis erwachsen ist.

Abb. 4. Unteres Ende der Wellen im Mantel.



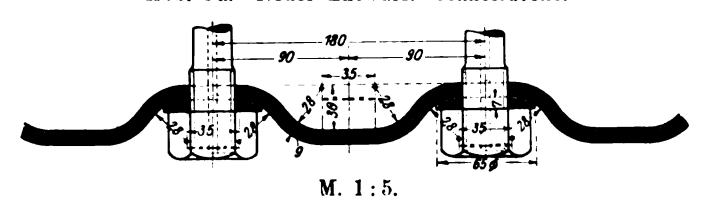
Die Lage der Rostfurchen am Bodenring, welche nicht bis in die Ecken verlaufen, läfst darauf schliefsen, dafs das Stillstehen des Wassers nicht allein die Ursache sein kann, vielmehr der Bewegung der Wände gegenüber dem Bodenring ein Hauptteil zukommt. Die gröfsere Steifigkeit der Wände an den Ecken hat ihre Bewegung verhindert. Im mittleren Teil hingegen sind durch die Bewegung der Wandungen gegen die scharfe Kante des Bodenringes die jeweils sich bildenden dünnen Rosthäutchen abgelöst worden, dieses wiederholte Spiel hat die Furchen entstehen lassen. Die Rostgruben in den Wellentälern der Decke rühren von stillstehendem Wasser her und werden voraussichtlich vermindert, wenn die Wellentäler bis zum Umbug verlaufen.

Aus den mitgeteilten Erfahrungen heraus ist beim Eisenbahnzentralamt der Entschlufs entstanden, eine lebensfähige eiserne Feuerbüchse, die nach Bauart, Kesselschmiedearbeit und Behandlungsvorschrift der Eigenart ihres Werkstoffes Rechnung trägt, zu entwickeln. Vom Bauartdezernenten, Regierungsbaurat Wagner, wurde gemeinsam mit der Fried. Krupp A. G. in Essen ein Entwurf für eine G 10-Lokomotive aufgestellt. Die Breite der Wellen ist kleiner gehalten als in obigem Beispiel; anstatt zwei Stehbolzenlöchern wird hier in Berg und Tal der Wellen nur je ein Stehbolzenloch vorgesehen, Abb. 5 a und 5 b. Die Wellen im Mantelblech laufen nach dem einen Vorschlag von der Decke über den Umbug zur Wand durch, nach dem anderen befinden sie sich nur in der Decke und in der Seitenwand und

lassen den Umbug glatt wie im obigen Beispiel. Folgende stoffliche Anforderungen sollen bei dem Versuch beachtet werden:

1. Allmähliches Auslaufen der Wellen beim Übergang in den glatten Teil des Mantels nach unten und oben.
2. Normalglühen des Mantels nach dem Pressen der Welle.
3. Wahl eines Stehbolzen von solcher Form, dafs das Einziehen ohne Stemmarbeit vor sich geht. Versuch mit Bauart Zwilling, abgeändert von der Hanomag, wird empfohlen.
4. Nietdruck für Kesselschmiedarbeit nicht über 80 kg/qmm Nietquerschnitt halten.

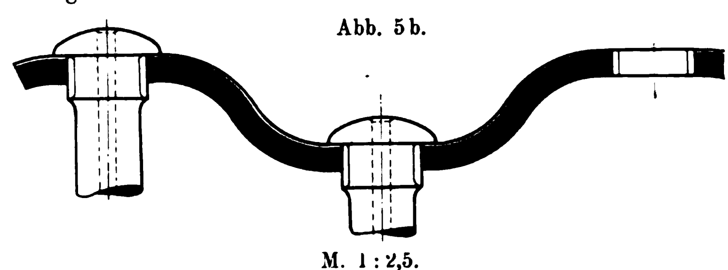
Abb. 5a. Neuer Entwurf. Manteldecke.



M. 1 : 5.

Wünschenswert wäre aufserdem die Wahl einer Lok.-Gattung mit senkrechter Feuerbüchswand (G 8^2 oder G 12), um den aufsteigenden Dampfbläschen kein Weghindernis zu bereiten. Da die Kosten für Gesenke für das Einpressen der Wellen erheblich sind, wird für die Wahl der Lok. der Gesichtspunkt entscheidend sein, welche Gattung in Zukunft in gröfserer Zahl gebaut wird.

Abb. 5b.



M. 1 : 2,5.

Die Hauptverwaltung der Reichsbahn hat zu dem beabsichtigten Versuch mit flufseisernen Feuerbüchsen unter der Voraussetzung, dafs ihre Wirtschaftlichkeit gegenüber der Ausführung in Kupfer nachgewiesen wird, keine Einwendungen erhoben.

Herstellung von Unterlagsscheiben aus Abfallblechen.

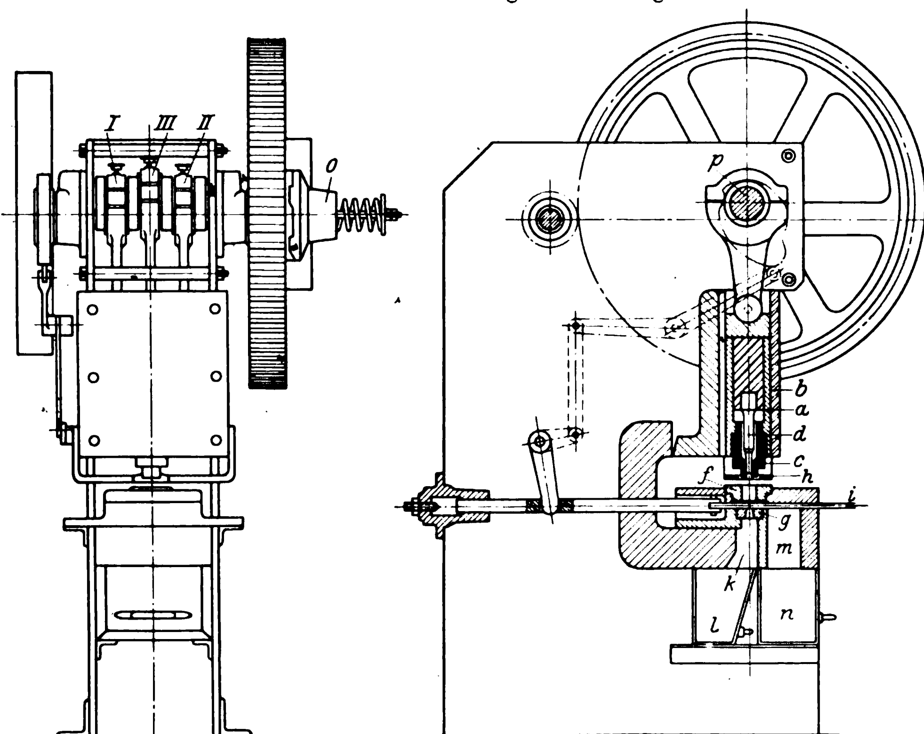
Von Regierungsbaurat **Krohn**, Wittenberge.

Zur fabrikmäfsigen Herstellung neuer Scheiben müssen die neuen Blechstreifen oder Tafeln im allgemeinen gleichmäfsig breite Abmessungen haben, die durch die Gröfse der zu stanzenden Scheibe bedingt sind. Für die Eisenbahnwerkstätten, insbesondere für die Personen- und Güterwagenausbesserung, genügen in den meisten Fällen gestanzte Scheiben aus Altstoff, die zweckmäfsig aus Blechabfällen von verschiedenster Form und Abmessung hergestellt werden.

Je mehr wir wirtschaftlich arbeiten, d. h. sparen müssen, desto mehr sind wir gezwungen, den vorhandenen Werkstoff so weit wie möglich und mit möglichst geringen Kosten aufzubrauchen und Abfälle noch weiter zu verwendbaren Gebrauchsstücken herzurichten, ehe wir den letzten Rest dem Schrott zuführen. Das ist an sich keine neue Erkenntnis, nur lehrt uns jetzt die Not der Zeit, wie wichtig die Durchführung dieses Grundsatzes und die Erfassung aller Werte ist, ehe wir uns im Schrottbansen von ihnen trennen.

Die Herstellung in Eisenbahnwerkstätten aus beliebig geformten Blechabfällen geschieht jetzt in zweierlei Weise. Entweder stanzt man aus dem Blech erst Vollscheiben, baut dann das Stanzzeug um und legt die Scheiben einzeln von Hand unter einen kleineren Stempel, der das innere Loch herausstanzt. Dieses Verfahren ist offensichtlich teuer und aufserdem wegen des Hantierens am Stempel für den Arbeiter nicht gefahrlos, daher, wenn überhaupt, wohl nur für grofse Scheiben anwendbar. Der andere Weg ist der umgekehrte, man stanzt erst die kleinen Löcher in einer nach Augenmafs abzuschätzenden Entfernung aus dem Blech, baut dann das Stanzzeug um und prefst die ganze Scheibe heraus, wobei ein runder Zapfen mit dem Durchmesser des inneren Loches, der unter dem grofsen Stempel angebracht ist, als Führung für die zentrische Lage der beiden Schnitte dienen kann. Auch bei dieser Herstellungsart sind zwei getrennt nacheinander auszuführende Arbeitsvorgänge nötig.

Stanzmaschine zur Herstellung von Unterlagscheiben.



Die Aufgabe, diese beiden Arbeitsvorgänge in einem zu vereinigen, dabei die Leistungsfähigkeit mindestens zu verdoppeln und die Herstellungskosten auf die Hälfte herabzudrücken, löst die nachstehend beschriebene, schon vor einigen Jahren von mir konstruierte und jetzt von der Firma Schuchardt & Schütte, Berlin, gebaute Spezialstanze.

Die Maschine gleicht äufserlich einer gewöhnlichen Stanze, der Körper besteht aus zwei starken gewalzten S. M.-Stahlplatten (siehe Textabb.). Zum Antrieb dient ein 5 PS-Motor, der auf die Maschine gestellt wird und mittels Zahnradübersetzung unter Zwischenschaltung eines Schwungrades die Hauptwelle mit 18 Umdrehungen in der Minute antreibt. Diese Welle trägt drei Exzenter (I, II und III). Die äufseren (I und II) sitzen unter gleichen

Winkeln, während das mittlere (III) etwas nacheilt. Die beiden äufseren Exzenter (I und II) bewegen ein breites Druckstück a abwärts, das beim Hochgang der Exzenter mittels Gegengewicht nach oben gedrückt wird. Dieses Druckstück a trägt unten den auswechselbaren Stahlstempel c, der die volle Scheibe aus dem Blech stanzen soll. Es ist senkrecht durchbohrt und in dieser Bohrung bewegt sich ein zweites rundes Druckstück, das unabhängig von den beiden ersten Exzentern von dem nacheilenden mittleren Exzenter III nach unten bewegt wird und den gleichfalls auswechselbaren kleineren Stempel d trägt, der durch den senkrecht durchbohrten Stempel c hindurch geht und das Loch aus der vollen Scheibe ausstanzt.

Die Matrize besteht gleichfalls aus zwei Teilen. Auf die obere, f, wird das Blech gelegt, aus dem der Stempel c zunächst die volle Scheibe ausstanzt. Beim Hochgang wird das Blech vom Stempel durch den Abstreifer h abgestreift. Zunächst geht aber der Stempel c noch etwas weiter nach unten und legt die volle Scheibe durch einen mit entsprechendem Ausschnitt versehenen Schieber i hindurch auf eine zweite Matrize g, wo sie von dem jetzt nacheilenden kleinen Stempel d das Loch erhält. Der ausgestofsene Putzen fällt durch die Öffnung k in den Kasten l. Während der kleine Stempel d das Loch stanzt, macht der Schieber i eine kleine Bewegung nach vorn und umfafst scherenartig den Stempel, den er dann beim Hochgang von der Scheibe abstreift. Sobald der kleine Stempel hochgegangen und die jetzt fertige Scheibe frei ist, macht der Schieber i eine zweite gröfsere Bewegung nach vorn, wobei er die fertige Scheibe fafst und sie durch die Öffnung m in den Kasten n fallen läfst. Hiernach geht der Schieber mit Hilfe einer Spannfeder schnell in seine Grundlage zurück und das ganze Spiel beginnt von neuem. Die Bewegung des Schiebers wird von der Antriebswelle abgeleitet, die durch zwei Nocken ein Gestänge betätigt, mit dem der Schieber verbunden ist. Eine mit Hand oder Fufs zu bedienende Kupplung o ermöglicht, entweder einzelne Hübe zu geben oder die Stempel dauernd spielen zu lassen.

Es hat sich gezeigt, dafs bei einer Hubzahl von $n = 18$ fast jeder Hub der Maschine ausgenutzt werden kann. Rechnet man aber wegen unvermeidlicher Pausen und Unterbrechungen auch nur 50% als Nutzleistung, so ergibt dies immerhin eine Leistung von 4500—5000 Scheiben in neunstündigem Arbeitstag, was, wie die Praxis gezeigt hat, auch tatsächlich erreicht wird. Auf einer gewöhnlichen Stanze wird man sich im allgemeinen mit 1000—1500 Stück am Tage begnügen müssen. Die Verbilligung der Herstellungskosten liegt also auf der Hand. Mit einer derartigen Stanze läfst sich bequem der Bedarf einer ganzen Reichsbahn-Direktion decken. Ich empfehle hierbei, die Stanze auf einen Fundamentsockel zu stellen, damit der Arbeiter vor ihr nicht mit gekrümmtem Rücken zu sitzen braucht. Er ermüdet nicht so schnell und gibt willig eine viel gröfsere Leistung im Dauerbetrieb her, wenn er vor seiner Maschine bequem in gerader Haltung sitzen kann. Zur genauen Beobachtung des Stempelspieles kann es sich empfehlen, hinter den Stempeln eine kleine längliche sog. »Röhren«-Glühlampe anzubringen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Bekämpfung von Flugsand in Südafrika.

(Railway Gazette, Bd. 40, Nr. 21, vom Mai 1924.)

Ein eigenartiges Verfahren zur Bekämpfung und Befestigung von Flugsand wird bei den Eisenbahnen von Südafrika angewendet. Städtischer Müll wird auf Eisenbahnwagen auf die zu schützende Strecke gefahren und auf den Dünen zu beiden Seiten der Eisenbahn in einer etwa 5—8 cm starken Schicht ausgebreitet. Die darin enthaltenen Flaschenbruchstücke, Blechbüchsen u. dgl. geben dem Sand eine Stütze gegenüber den Angriffen des Windes, und die faulenden organischen Bestandteile des Mülls dienen als Düngemittel. Die mit Müll bedeckten Flächen werden mit Grassamen und mit dem Samen von Buschwerk besät, das sich besonders für sandigen, trockenen Boden eignet. Das Gras wächst zuerst und bildet eine Narbe, worauf auch der Baumwuchs beginnt. Mittlerweile ist der Boden genügend fruchtbar geworden und auch die nötige Feuchtigkeit hat sich eingestellt, so dafs die Bäume gedeihen können. Ein ähnliches Verfahren soll auch schon in Frankreich angewendet worden sein.

Wk.

Ablehnung der Eisenschwelle in Rufsland.

(Nach Technika i Ekonomika 1924, Nr. 2.)

Der russische wissenschaftlich-technische Ausschufs hat sich vor kurzem zu der Frage geäufsert, ob Eisenschwellen, im besonderen die auch im „Organ“ viel besprochenen eisernen Hohlschwellen Scheibes für russische Eisenbahnen vorteilhaft seien. Der Berichter, Professor Oppenheim, bezeichnete als Vorzüge der Eisenschwellen lediglich die bessere Befestigung der Schienen und den gröfseren Altwert. Er stellte aber diesen Vorzügen eine ganze Reihe von Nachteilen gegenüber: die gröfsere Schwierigkeit der Unterstopfung, das Fehlen eines tiefgreifenden Lagers, geringere Standsicherheit infolge geringerer Reibung an der Lagerfläche, hartes Fahren mit allen üblen Folgen, kostspielige Unterhaltung, Rostangriffe, verwickelte Schienenbefestigung, gröfsere Ansprüche an Menge und Güte des Bettungsstoffes, gefährliche Spurveränderungen bei starken Wärmeschwankungen, erschwertes Verlegen, wenn das Gleis vor dem Einbringen der Bettung ausgelegt werden soll, und endlich gröfsere Kosten. Die ersten fünf Nachteile sind nur den gewöhnlichen trog- oder I-förmigen Eisenschwellen eigen, nicht aber der Hohlschwelle von Scheibe. Diese besitzt vor jenen hauptsächlich den grofsen Vorteil der elastischen Nachgiebigkeit. Im Wettbewerb mit den Holzschwellen aber kann auch die Hohlschwelle Scheibes nicht bestehen. Aus einer Übersicht, wo in den verschiedenen Ländern der Erde Eisenschwellen verwendet werden, schliefst der Berichter, dafs nirgends technische Gesichtspunkte, sondern überall andere Belange, wie Mangel an Holz, Überflufs an Eisen, Verfassung der einheimischen Holz- oder Metallindustrie u. a. die Einführung von Eisenschwellen veranlafst habe. Rufsland, das rund ein Drittel der Wälder der ganzen Erdkugel besitzt, dagegen zur Wiederherstellung seines Wirtschaftslebens einen grofsen Zuschufsbedarf an Metallen hat, kann die Verwendung von Eisen nicht ohne dringende Notwendigkeit erhöhen. Es mufs augenblicklich und für die nächste Zukunft in seinem Eisenbahnnetze bei der Holzschwelle beharren. Infolgedessen hat die Erprobung irgendeiner Eisenschwelle, insbesondere auch der elastischen Hohlschwelle Scheibes, für Rufsland nur wissenschaftlichen Wert. Der wissenschaftlich-technische Ausschufs schlofs sich den Ausführungen des Berichters an.

Dr. S.

Messung der Spannungen im Schienengleis unter bewegten Zügen.

(„Le Génie civil“ 1923, Nr. 14, S. 323.)

Im Jahre 1914 setzte die amerikanische Gesellschaft der Zivilingenieure einen Ausschufs ein, der die Spannungen feststellen sollte, die sich im Eisenbahngleise unter bewegten Zügen und insbesondere unter Lokomotiven verschiedener Bauart entwickeln. Die erste Feststellungsreihe, 1918 veröffentlicht, legte das rechnerische Verfahren dar, nach dem der Ausschufs aus den Widerstandsmomenten die in den Schienen auftretenden Spannungen ableitete, wobei das Gleis als ein elastisches Gebilde betrachtet wurde. Die zweite Reihe der Arbeiten, die 1919 und 1920 herauskam, machte mit den Ergebnissen der auf zwei Strecken mit Lokomotiven verschiedener Art vorgenommenen Versuche bekannt. Diese Versuche verfolgten das Endziel, die in den Schienen auftretenden Spannungen, den Einflufs der Fahrgeschwindigkeit und des Massenausgleichs zu bestimmen. Die letzten im März 1923 herausgekommenen Veröffentlichungen dieses Ausschusses machen mit neuen Versuchen gleicher Art bekannt. Diese wurden in geraden und gekrümmten Gleisstrecken mit 13 stark voneinander abweichenden Lokomotiven verschiedener Bau-

arten angestellt. Die Schienen, auf welche sich die Versuche erstreckten, hatten zwischen 38,6 und 47,6 kg/m Gewicht. Zur Spannungsmessung an den Schienen wurden 8 sog. Stremmatographen, selbstschreibende Vorrichtungen, verwendet. Vier dieser Vorrichtungen wurden an der Schienenunterkante zwischen den Schwellen in einem gegenseitigen Abstande, der mehr oder weniger dem Abstande zwischen den Achsen der führenden Räder der Lokomotive entsprach, angebracht, die anderen vier aber unter der anderen Schiene den ersten gegenüber. Durch eine besondere Einrichtung wurden alle Vorrichtungen gleichzeitig in Gang gesetzt. Der Vorübergang eines jeden Rades an beiden Seiten der Lokomotive wurde durch die vier Vorrichtungen unter jeder Schiene angemerkt. Auf diese Weise wurde der Druck eines jeden Räderpaares durch acht Vorrichtungen aufgezeichnet; da jede von diesen mit zwei Schreibeinrichtungen versehen war, so erhielt man im ganzen 16 Schaulinien. Die Verwendung von acht Stremmatographen (gegenüber vier bei früheren Versuchen) ergab grofse Vorteile, da gleichzeitig die Drücke beider führenden Räder ein und derselben Achse angezeigt wurden. Der Abstand zwischen der ersten und vierten Vorrichtung wurde dem Umfang des führenden Rades gleich gemacht; dadurch wurde die Aufklärung des Einflusses des Radgegengewichtes bedeutend erleichtert. Ein zweiter Vorteil in der Verwendnng von acht Vorrichtungen lag in der wirtschaftlichen Ausnützung der Versuchszeit.

Die gröfste Bedeutung und der mafsgebendste Vorteil in der gleichzeitigen Verwendung von acht Stremmatographen zeigte sich aber bei der Ausführung von Versuchen in gekrümmten Strecken, in denen die Spannungen jeder der beiden Schienen an sich verschieden sind. Die Verwendung von zwei Schreibvorrichtungen an jedem Geräte, die jede selbständig den Druck auf Schienenunterkante von beiden Rändern anmerkte, gab die Möglichkeit, die seitliche Biegung der Schienen in der gekrümmten Strecke zu bestimmen. Bei den Versuchen wurden gegen 470000 Schaulinien gewonnen und verarbeitet.

Versuchsergebnisse in geraden Strecken. Die Spannung im Gleis unter ruhender Last unterscheidet sich bei geringer Geschwindigkeit nur wenig von der unter der rollenden Last und zwar bis zu 8 km Std. Die Spannung im Fufs der 38 kg/m-Schiene unter den Maschinen der Art Pacific und Prairie schwankte zwischen 1100 und 1405 kg/qcm; an den Schienen mit 40,8 kg/m ergab sich 700 bis 1117 kg und bei schweren „Santa Fè“-Maschinen erhielt man zwischen 500 und 800 kg/qcm, allenthalben bei 8 km/Std. Geschwindigkeit.

Einflufs der Gegengewichte der Lokomotivräder. Bei 56 und 72 km/Std. Versuchsgeschwindigkeit erhielt man bei fast allen Lokomotiven, abgesehen von den Arten „Pacific Western Railroad“ und „Prairie Atchison Railway“ die gröfste Spannung in der Schiene, wenn das Gegengewicht des führenden Rades in der oberen Lage war. Wurde die Geschwindigkeit auf 8 km/Std. vermindert, so liefs sich ein Einflufs der Stellung des Gegengewichtes nicht mehr nachweisen.

Einflufs der Geschwindigkeit. Der Einflufs der Geschwindigkeit an sich und der Geschwindigkeit in Verbindung mit dem Einflufs des Gewichtsausgleiches ist in folgender Zusammenstellung gegeben:

Anwachsen der Schienenspannungen in Hundertteilen der einer Geschwindigkeit der Lokomotive von 8 km/Std. ensprechenden Beanspruchung.

Lokomotivart und Geschwindigkeit ihrer Bewegung	Führende Räder: Geschwindigkeit allein: Anwachsen allgemein	Führende Räder: Geschwindigkeit allein: Gröfstes Anwachsen unter dem führenden Rad	Führende Räder: Geschwindigkeit in Vereinigung mit Gewichtsausgleich: Anwachsen allgemein	Führende Räder: Geschwindigkeit in Vereinigung mit Gewichtsausgleich: Gröfstes Anwachsen unter dem führenden Rad	Hintere Tragachse	Tenderräder: Anwachsen allgemein	Tenderräder: Gröfstes Anwachsen unter einem der Räder
Pacific Atchison Railway 96,5 km	27	30	53	53	15	75	98
Prairie 80,5 km	15	26	30	43	29	50	87
Montagne 96,5 km . . .	20	30	35	50	10	40	110
Santa Fè leicht 72,5 km .	40	77	105	190	10	25	35
Santa Fè schwer 64,0 km	18	28	50	80	15	75	110
Pacific Delaware Railroad 96,5 km	20	24	42	59	14	45	57

Man mufs beifügen, dafs die bedeutenden Unterschiede in den Schienenspannungen durch die Belastungsverteilung auf führende und tragende Räder erklärt werden, aber auch in bedeutendem Mafse von der Verteilung der Lokomotivräder abhängen.

Verteilung der Drücke der Lokomotive auf das Gleis. Man kann im allgemeinen den Druck der Räder auf die Schienen sowohl von den führenden Lokomotivachsen wie auch von den Tenderachsen als gleich rechnen. Wenn an einzelnen Lokomotivarten ein unwesentlicher Unterschied im Druck der Räder ein und derselben Achse beobachtet wird, so zeigt sich der gröfsere Druck unter dem linken Rad, wobei die Geschwindigkeit und der Gewichtsausgleich der Lokomotive keine Rolle spielen.

Die Spannungen an beiden Rändern des Schienenfufses. Die Schaulinien zeigen einen grofsen Unterschied in den Spannungen an beiden Rändern des Schienenfufses, wobei diese Spannungen am äufseren Rande oft um 33 v. H. über die mittlere Spannung im Schienenfufs hinausgehen, in manchen Fällen sogar um 50 v. H. Diese Erscheinung deutet auf eine seitliche Verbiegung der Schiene unter dem Rade.

Ergebnisse der Versuche in Krümmungen des Gleises. 1. Da in den Krümmungen die äufsere Schiene länger ist als die innere, so mufs das auf dem inneren Strang laufende Rad nach der der Bewegung entgegengesetzten Seite schleifen oder das andere Rad der gleichen Achse mufs vorwärts gleiten; übrigens können beide Bewegungen auch gleichzeitig vorkommen. Diese Bewegung hat eine Kraft längs der Schiene zur Folge, die aber keine seitliche Ausbiegung erzeugt.

2. Aus der Änderung der Bewegungsrichtung der Räder in Krümmungen, wobei ein oder einige Paare von Vorderrädern der bewegten Last auf der inneren Krümmung gleiten, andere Paare aber — die hinteren — auf der äufseren, bildet sich eine Seitenbewegung heraus. Eine solche Erscheinung ruft gleichzeitig an der Aufsen- und der Innenschiene des Gleises Seitendrücke hervor, selbst dann, wenn die Überhöhung des äufseren Stranges der Zuggeschwindigkeit entspricht. Solche Seitenbeanspruchungen in den Schienen können sehr bedeutend sein.

3. Seitendruck von einem oder einigen führenden Lomotivrädern ruft Zusatzspannungen in einer der Kanten des Schienenfufses hervor. Infolge der geneigten Lage des Gleises in Krümmungen in Verbindung mit der Zentrifugalkraft ist bei bestimmter Geschwindigkeit die Verteilung der bewegten Last auf beide Schienen nicht so wie in Geraden und selbst im Falle voller Übereinstimmung der Überhöhung des äufseren Stranges mit der entwickelten Zuggeschwindigkeit ist die Lastverteilung ein und derselben Achse auf beide Stränge der Kurve nicht gleich.

4. Das System des Gewichtsausgleiches der Lokomotive und ihrer Federn ruft in gekrümmten Strecken andere Spannungen hervor als in geraden. So nimmt man an, dafs die lotrechten Biegungskräfte an der Innenschiene unter dem mittleren führenden Rad der Lokomotive weit bedeutender sind als unter den anderen, selbst bei geringer Geschwindigkeit, im äufseren Strange aber ruft das führende Hauptrad bedeutend gröfsere Spannungen hervor als die übrigen führenden Räder. Der Unterschied in diesen Beanspruchungen ändert sich mit der Zugsgeschwindigkeit.

5. Die geneigte Lage des Gleises in Krümmungen in Verbindung mit der bei der Bewegung des Zuges sich entwickelnden Zentrifugalkraft bildet Seitendrücke in den Schienen aus, wobei diese Drücke nicht nur für jede der Schienen verschieden sind, sondern auch für jedes der führenden auf ein und derselben Seite der Lokomotive befindlichen Räder.

6. Bei der Bewegung des Zuges in Krümmungen kleinen Halbmessers erhält man von den Spurkränzen der Räder Stöfse auf beide Schienen — die äufsere und die innere; daher ist es zur Vermeidung solcher Stöfse notwendig, das Ausmafs des Grenzhalbmessers mit den Ausmafsen der Räder der Verkehrslast, dem Abstand ihrer Achsen und dem Abstand zwischen dem Radflansch und der Schiene in Einklang zu bringen. In Krümmungen mittleren Halbmessers gibt es noch viele andere Ursachen, welche Seitendrücke in den Schienen und selbst noch andere stärkere Drücke hervorrufen.

Dr. S.

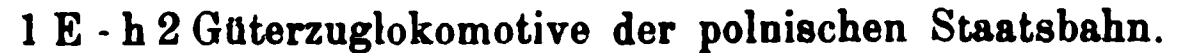
Lokomotiven und Wagen.

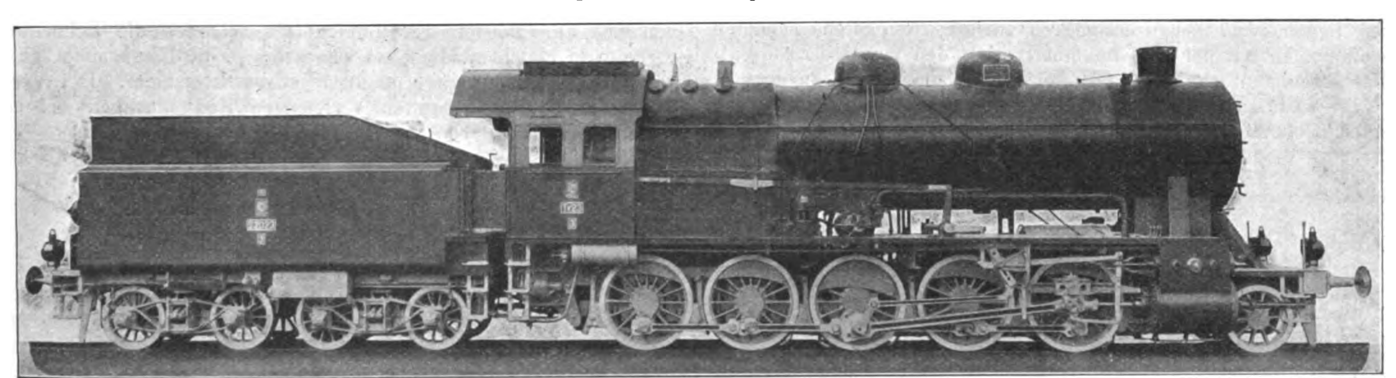
Entwicklung der Dreizylinderlokomotiven.

(Hanomag Nachrichten 1924, Mai, Heft 127.)

Die erste praktische Anwendung der Dreizylinderlokomotive liegt heute bereits 78 Jahre zurück. Dennoch hat diese Bauart bis vor kurzem kaum eine Rolle gespielt. Es fehlte wohl seit den ersten Versuchen Stephensons, der sich im Jahr 1846 ein Patent auf eine Dreizylinderlokomotive geben liefs, nicht an weiteren Ausführungen. In England und Frankreich vor allem, dann aber auch in Österreich, Ungarn, Italien, der Schweiz, ja selbst in Indien und Südamerika begegnen wir Dreizylinderlokomotiven mit den verschiedensten Zylinderanordnungen und Kurbelstellungen. Auch der Lokomotivbau Nordamerikas, der sonst stets seine eigenen Wege zu gehen pflegt, hat sich in der Dreizylinderlokomotive versucht. Verhältnismäfsig spät — erst im Jahr 1892 — fand sie dagegen Eingang in Deutschland bei einer 1 B 1 Schnellzug- und einer E Güterzuglokomotive von Klose für die Württembergische Staatsbahn. Alle diese Lokomotiven scheinen nicht besonders befriedigt zu haben. Teilweise verschwinden sie bald wieder ganz aus dem Dienst und zum Teil sehen wir sie später auf Zweizylinderanordnung umgebaut. Erst in der neuesten Zeit hat die Dreizylinderlokomotive als Heifsdampf-Drillingslokomotive einen neuen Aufschwung erlebt. In Preufsen wurde die 2 C Schnellzuglokomotive Klasse S_{10} kurz vor Beginn des Kriegs mit Dreizylinderanordnung gebaut; seither sind in Deutschland mehr als 2000 Dreizylinderlokomotiven in Dienst gestellt worden und auch bei den Vereinheitlichungsarbeiten für die Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn sind einige Dreizylinder-Muster vorgesehen. Auch in Nordamerika wendet man, wohl angeregt durch die deutschen Versuche, die Aufmerksamkeit erneut auf dieses Gebiet. Trotzdem dürfte es noch verfrüht sein, schon von einem Sieg der Dreizylinderbauart zu sprechen; ihr Kampf mit der Zwillingslokomotive einerseits und der Vierzylinder-Verbundbauart andererseits ist noch nicht entschieden.

Die Ausführungen der Quelle werden ergänzt durch eine grofse Zahl von guten Abbildungen und eine Zusammenstellung von fast 100 bekannten Dreizylinderlokomotiven mit ihren Hauptabmessungen. Der wertvollste Teil des Aufsatzes dürfte indessen der reiche Quellennachweis sein. R. D.


1 E - h 2 Güterzuglokomotive der polnischen Staatsbahn.



1 E - h 2 Güterzuglokomotive der polnischen Staatsbahn.

(Industrie und Technik 1924, Nr. 2).

Die Berliner Maschinenbau-A.-G. vorm. L. Schwartzkopff in Berlin hat im Herbst 1923 für die genannte Bahn 15 solche Güterzuglokomotiven mit vierachsigen Tendern geliefert.

Für den Bau war vorgeschrieben worden:

1. Die Lokomotive sollte mit gröfstmöglicher Geschwindigkeit einen Zug von 1700 t Gewicht auf 6 ‰ und einen Zug von 1400 t Gewicht auf 10 ‰ Steigung befördern.
2. Mit Rücksicht auf die zur Verbrennung gelangende schlesische Sandkohle sollte die Rostfläche 4,5 qm betragen.
3. Der Achsdruck sollte 17 t nicht überschreiten.
4. Das Gewicht auf 1 m Lokomotivlänge sollte 7,65 t nicht übersteigen.
5. Die Temperatur des Heifsdampfes sollte wegen des niederen Entflammungspunktes des galizischen Heifsdampföles unter 350° C bleiben.
6. Der Tender sollte 21,5 cbm Wasser und 10 t Kohlen fassen.

Die Lokomotive ist für den Dienst auf der Linie Sosnowice—Warschau bestimmt, die lange Steigungen mit 6,6 ‰ aufweist. Der Zylinderdurchmesser ist deshalb so bemessen worden, dafs die Maschine einen Zug von 1700 t auf dieser Steigung mit 50 — 55 % Füllung, auf flacheren Strecken mit 20 — 25 % Füllung zu befördern vermag. Um ein sicheres Anfahren zu erzielen, wurde der Kolbenhub nach österreichischem Muster sehr grofs gewählt. Bei reichlichem Zylinderinhalt sichert so der verhältnismäfsig geringe Kolbendruck von höchstens 45600 kg die reichlich bemessenen Zapfen vor dem Heifslaufen. Die Lokomotive kann im übrigen mit der G 12 Lokomotive der deutschen Reichsbahn verglichen werden. Sie hat wie diese Barrenrahmen, die Laufachse ist jedoch als Adamsachse, mit 2050 mm Halbmesser ausgebildet und nach jeder Seite um 85 mm verschiebbar. Die erste und vierte Kuppelachse sind fest, die zweite und fünfte nach jeder Seite um 30 mm verschiebbar; der Spurkranz der Treibachse ist um 10 mm schwächer gedreht. Adamsachse und Treibachse sind einzeln abgefedert, die Federn der übrigen Kuppelachsen paarweise durch Ausgleichhebel verbunden. Der Langkessel hat links nach russischem Vorbild eine grosse Reinigungsluke. Der Belpaire-Stehkessel hat eine geneigte Hinterwand und ragt seitlich über die Räder heraus. Der Schmidtsche Grofsrohrüberhitzer hat keinen Schutzkasten mehr erhalten. Der Kessel ist wesentlich gröfser als bei der G 12, der Zylinderinhalt dagegen um 5,4 % kleiner und das Reibungsgewicht um 6,4 % gröfser. Die Heusinger-Steuerung treibt Kolbenschieber von 250 mm Durchmesser mit einfacher innerer Einströmung. Am Schieberkasten sitzt oben ein Umlaufventil, seitlich am Zylinder noch ein grofser Druckausgleicher. Die Lokomotive ist ausgerüstet mit Kipprost, einer auf der rechten Seite angebrachten Friedmann-Restarting Strahlpumpe von 250 l Leistung, einer linksseitig angeordneten Knorrschen Speisepumpe gleicher Leistung, einem quer unter dem Kessel liegenden Knorrschen Speisewasser-Vorwärmer, zwei Pop-Sicherheitsventilen von 3½" Durchmesser, Zara-Regler, Schmierpresse von Friedmann, Westinghouse-Bremseinrichtung und Knorrschem Prefsluft-Sandstreuer, der auf die erste und vierte Kuppelachse wirkt, während die Treibachse von Hand gesandet werden kann.

Der Tender ruht auf zwei Diamond-Drehgestellen und hat nach österreichischem Muster lange seitliche Füllöffnungen. Er ist mit einem langen Rohr von 143 mm lichter Weite zur Aufnahme von heifsen Roststochereisen ausgerüstet.

Die erste der Maschinen wurde vom 27. bis 29. September auf der deutschen Versuchstrecke Grunewald-Sangerhausen verschiedenen Versuchsfahrten unterzogen die in der Quelle näher beschrieben sind. Die Überhitzung betrug dabei bis 340° C im Dampfsammelkasten, ein erheblicher Temperaturabfall zwischen diesem und dem Schieberkasten war nicht vorhanden. Die Lokomotive zeigte sich leistungsfähiger als die G 12; auf der Steigung 10 ‰ wurde mit 60 % Füllung am Zughaken eine Zugkraft von 17200 kg erreicht, entsprechend einer Leistung von 1595 PS_e bzw. 1840 PS_i (bei einer Geschwindigkeit von 25 km/Std). Die gröfste erzielte Leistung betrug 2020 PS_i bei 52 % Füllung, 30—33 km/Std. Geschwindigkeit und 17530 kg Zugkraft. Als günstigste durchschnittliche Verbrauchswerte ergaben sich 9,55 kg Wasser und 1,2 kg Kohle für 1 PS_e/Std.

Weitere Einzelheiten zeigt die Textabb. Die Hauptverhältnisse der Lokomotive, von welcher sich weitere 60 Stück z. Zt. in verschiedenen belgischen Fabriken im Bau befinden, sind:

Kesselüberdruck p	14 at
Zylinderdurchmesser d	650 mm
Kolbenhub h	720 „
Kesseldurchmesser (innen)	1838 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	3100 „
Heizrohre, Anzahl	199 Stck.
„ Durchmesser	45/50 mm
Rauchrohre: Anzahl	34 Stck.
„ Durchmesser	125/133 mm
Rohrlänge	5000 „
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	16,50 qm
Heizfläche der Rohre	207,45 „
„ des Überhitzers	73,50 „
„ — im Ganzen — H	297,45 „
Rostfläche R	4,5 „
Durchmesser der Treibräder D	1400 mm
„ „ Laufräder	1000 „
Fester Achsstand	4800 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	9050 „
„ „ „ „ (einschl. Tender)	17015 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	95,0 t
Reibungsgewicht G_1	85,0 „
Leergewicht der Lokomotive	86,0 „
Dienstgewicht des Tenders	54,0 „
Vorrat an Wasser	21,5 cbm
„ „ Brennstoff	10,0 t
Zugkraft $Z = 0{,}6 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 \cdot h : D =$	18300 kg
$H : R =$	66,1
$H : G =$	3,13
$H : G_1 =$	3,5
$Z : H =$	61,5
$Z : G =$	192,0
$Z : G_1 =$	215,0

R. D.

Leistungsversuche an Lokomotivkesseln.

(The Engineer 1924, 22. Febr.)

Auf Grund von Vergleichsversuchen, die auf dem Prüfstand der Pennsylvaniabahn zwischen einer 2 B 1 und einer 2 C 1 Schnellzuglokomotive angestellt worden sind, untersucht die Quelle den Einfluſs der Bauart des Lokomotivkessels auf dessen Leistung. Die Versuche selbst liegen wohl schon einige Zeit zurück; wenigstens scheinen sich diejenigen mit der 2 B 1 Lokomotive mit den von Brückmann in der Eisenbahntechnik der Gegenwart*) besprochenen zu decken.

Die wichtigsten Abmessungen und Kesselverhältnisse der beiden Vergleichslokomotiven waren:

	2 B 1 Lok.	2 C 1 Lok.
Heizfl. der Rohre (feuerberührt)	197.0	289,0 qm
„ Feuerbüchse u. Wasserrohre (feuerberührt)	23,5	19,4 „
„ des Überhitzers „	63,8	91,7 „
„ — im ganzen — H	284,3	400,1 „
Rostfläche R	5,1	4,98 „
Rauminhalt der Feuerbüchse	7,25	6,9 cbm
Heizrohre : Anzahl	242	202 Stck.
: Durchmesser auſsen	51	57 mm
Rauchrohre : Anzahl	36	32 Stck.
: Durchmesser auſsen	136,5	140 mm
Rohrlänge	4181	6352 „
Zylinderdurchmesser d	559	610 „
Kolbenhub h	660	660 „
Treibraddurchmesser D	2032	2032 „
Kesselüberdruck p	14,4	14,4 at
Heizfl.: Rostfl. (H : R)	55,8	80,2
„ d. Überh. : Heizfl. im ganzen	22,3	22,9 %
„ d. Feuerbüchse : Rostfl.	4,6	3,88
„ d. Feuerbüchse : Heizfl. im Ganzen	8,24	4,83 %
Freier Rauchgasquerschn. in d. Rohren : Rostfl.	14	12 %

*) Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, die Lokomotive, S. 917 ff.

Die 2 B 1 Lokomotive war die erste Heiſsdampflokomotive der Bahn. Der vorderste Kesselschuſs war kegelig, die Feuerbüchse hatte eine Verbrennungskammer sowie ein auf drei Wasserrohren ruhendes Feuergewölbe. Der Kessel der 2 C 1 Lokomotiven war zylindrisch, die Feuerbüchse hatte allseits geneigte Wände und ein Feuergewölbe auf vier Wasserrohren, jedoch keine Verbrennungskammer.

Die bei den Versuchen verbrannte Kohle war stets gleichförmig; sie hatte einen Heizwert von ungefähr 7300 WE.

Hinsichtlich der Blasrohrverhältnisse und des Unterdruckes ergab sich bei beiden Lokomotiven die Tatsache, daſs die Dampferzeugung bei Verwendung eines Blasrohrkopfes mit rechteckigem Querschnitt erheblich höher war als bei der Verwendung eines Kopfes mit gleichgroſsem, jedoch rundem Querschnitt. Bei der 2 B 1 Lokomotive betrug diese Mehrleistung 7 %. Bei Verwendung des rechteckigen Querschnittes füllte der Dampfstrahl den Schornstein anscheinend besser und gleichmäſsiger aus als bei Verwendung des runden Querschnitts. Bei letzterem war tatsächlich auch der Zug in der Mitte der Schornsteinmündung wesentlich stärker als am Rand. Bei beiden Kesseln ergab sich bis zu einer bestimmten Grenze bei Vergröſserung des Unterdruckes auch eine Erhöhung der Rostleistung. Wurde indessen diese Grenze, die etwa bei einer Rostbeanspruchung von 620 kg/qm und einem Unterdruck von 380 mm vor der Ablenkplatte in der Rauchkammer zu liegen schien, überschritten, so nahm die Kesselleistung ab, weil dann ein groſser Teil der Kohlenteilchen mitgerissen wurde. Der Druckabfall von der Feuerbüchse zur Rauchkammer war bei der 2 C 1 Lokomotive gröſser. wie dies nach dem oben angegebenen Verhältnis des freien Rauchgasquerschnitts zur Rostfläche auch zu erwarten war. Der Unterdruck im Aschkasten war bei beiden Lokomotiven gering; demnach scheinen die Luftklappen, deren Gröſse bei der 2 B 1 Lokomotive 15 % und bei der 2 C 1 Lokomotive 21 % der Rostfläche betrug, genügend groſs bemessen.

Bei den vorliegenden Versuchen war man zum ersten Mal bemüht, auch die Schornsteinverluste zu messen. Mit Ausnahme der kleinsten, vom Dampf mitgerissenen Teilchen wurde die Flugasche aufgefangen. Mit zunehmender Rostbeanspruchung nahm der Funkenflug rasch zu. Es ergab sich bei der 2 B 1 Lokomotive bei einer stündlich verbrannten Gesamtkohlenmenge von 3170 kg (entsprechend 620 kg/qm R) ein Schornsteinverlust von mehr als 450 kg, bei der 2 C 1 Lokomotive mit 3250 kg (650 kg/qm R) ein solcher von 665 kg. Bei der 2 B 1 Lokomotive schienen die Schornsteinverluste in gleichem Maſse zu wachsen wie die Rostbeanspruchung. bei der 2 C 1 Lokomotive dagegen etwas langsamer. Der Verlust betrug in % der gesamten verfeuerten Kohlenmengen bei einer Rostbeanspruchung von:

	bei der 2 B 1 Lok.	bei der 2 C 1 Lok.
200 kg/qm	3	4
540 „	12	12
730 „	18	13,5

Für die Feuerbüchs- und Rauchkammertemperaturen ergab sich bei einer Rostbeanspruchung von:

	Feuerbüchstemp. °C		Rauchkammertemp. °C	
	2 B 1 Lok.	2 C 1 Lok.	2 B 1 Lok.	2 C 1 Lok.
200 kg/qm	895	965	217	208
590 „	990	990	320	252
690 „	1000	990	328	284

Es sind demnach die Rauchkammertemperaturen bei der 2 C 1 Lokomotive wegen deren längerer Rohre durchweg niedriger. die Temperaturen in der Feuerbüchse dagegen bei kleinen Rostbeanspruchungen höher, bei groſsen Rostbeanspruchungen jedoch etwas niedriger als bei der 2 B 1 Lokomotive.

Beide Kessel konnten fast dauernd den vorgeschriebenen Dampfdruck halten. Die 2 C 1 Lokomotive erreichte den höchsten Kessel-

druck von 14,6 at bei einer Leistung von 2411 PSi und einer Geschwindigkeit von 88,5 km/Stde. mit 50% Füllung. Bei einer Rostbeanspruchung von 720 kg/qm wurden dabei 29 300 kg Wasser verdampft. Die 2 B 1 Lokomotive verdampfte 23 500 kg Wasser mit einer Rostbeanspruchung von 565 kg/qm beim höchsten Druck von 14,5 at und erreichte damit bei 25% Füllung 2350 PSi und 135 km/Stde. Geschwindigkeit. Als man jedoch versuchte, mit 30% Füllung und derselben Geschwindigkeit die Leistung zu erhöhen, ging der Kesseldruck auf 13,5 at zurück und trotz einer auf 690 kg/qm erhöhten Rostbeanspruchung konnte die Leistung nur um 5 PSi erhöht werden. Obwohl sich durch die gröfsere Füllung der Unterdruck in der Rauchkammer vergröfsert hatte, ging doch die Verdampfungsziffer von 8,16 auf 6,53 und der Kesselwirkungsgrad von 55,9 auf 44,7% zurück.

Die gröfste verfeuerte Kohlenmenge, die indessen nur eine Viertelstunde lang durchgehalten werden konnte, betrug bei der 2 B 1 Lokomotive 3540 kg/Stde., bei der 2 C 1 Lokomotive 4420 kg/Stde. entsprechend Rostbeanspruchungen von 690 bzw. 890 kg/qm. Für derartige Beanspruchungen genügte die Luftzufuhr unter dem Rost nicht mehr und es mufste bei beiden Lokomotiven die Feuertüre geöffnet werden. Wenn hierbei das Feuer nicht so gehalten wurde, dafs die durch die Feuertüre eintretende Luft vorgewärmt werden konnte, so sank der Kesseldruck schnell.

Der Kesselwirkungsgrad endlich war bei der 2 C 1 Lokomotive durchweg höher als bei der 2 B 1 Lokomotive, bei welcher er bei zunehmender Beanspruchung rasch herabging.

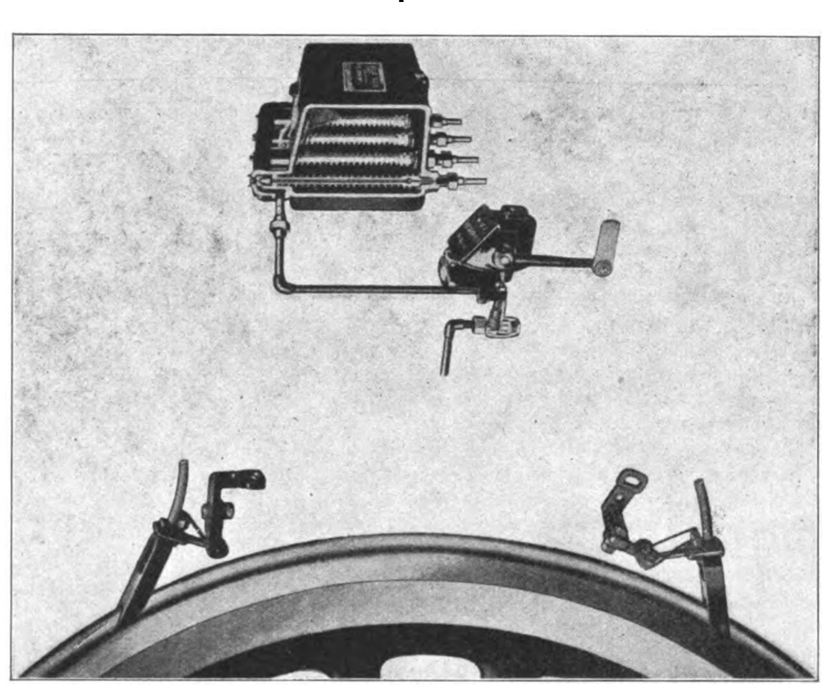
Wenn die Quelle schliefslich zusammenfassend feststellt, dafs die 2 B 1 Lokomotive wohl den relativ leistungsfähigeren Kessel habe, dafs hingegen der Kessel der 2 C 1 Lokomotive als der wirtschaftlichere von beiden anzusprechen sei und dafs dessen Überlegenheit mit wachsender Rostbeanspruchung noch zunehme, so kann dieses Ergebnis nicht überraschen. Wertvoll an der Abhandlung ist wie so oft bei den amerikanischen Versuchen nicht die Auswertung, sondern in erster Linie die gefundenen Zahlen selbst. R. D.

Prefsluft-Spurkranzöler.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 17.)

Von der „Hoofer Manufacturing Company", Chicago, wird ein Spurkranzöler für Lokomotiven hergestellt, bei dem mit Hilfe von Prefsluft den Anlaufflächen der Spurkränze in regelmäfsigen Abständen eine kleine Menge Öl zugeführt wird. Das Öl wird nicht auf die Spurkränze gespritzt, sondern von besonderen Ölschuhen mit Hilfe einer aufserordentlich kleinen Menge von Prefsluft, die das Schmierrohr durchströmt, allmählich abgegeben. In das vom Führerstand abzweigende Luftrohr ist ein Ventil mit Sperrklinkenantrieb an einer Stelle eingeschaltet, wo dem Antriebshebel eine hin- und hergehende Bewegung von der Flügelstange oder der Schieberstange her übermittelt werden kann. Die Anordnung ist so getroffen, dafs nach je 100 Treibradumdrehungen das Luftventil einmal geöffnet wird. In diesen Zwischenräumen drückt daher die Prefsluft die Schmierkölbchen der Vorrichtung nieder, wodurch eine abgemessene Menge von Öl in die Schmierleitungen geprefst wird. Gleichzeitig geht ein Luftstrom durch die Schmierkölbchen, der das Öl durch die Ölschuhe hindurch den Spurkränzen zuführt. Wenn das gesteuerte Luftventil die Prefsluft wieder absperrt, drückt eine um die Schmierkölbchen gewundene Spiralfeder diese nieder in ihre Anfangsstellung, so dafs das Spiel nach 100 Radumdrehungen von neuem beginnen kann. Jedes einzelne Schmierkölbchen ist für sich einstellbar. Die Vorrichtung erfordert keinerlei Aufmerksamkeit durch das Lokomotivpersonal. Die Ölschuhe stehen in dauernder Berührung mit dem zu schmierenden Teil des Spurkranzes; sie sind aus besonderem weifsen Eisen gegossen und sollen erst nach etwa 80 000 bis 120 000 km der Auswechselung bedürfen. Pfl.

Prefsluft-Spurkranzöler.



Bücherbesprechungen.

Drehscheiben: Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 5. Teil (Eisenbahnbau), 3. Band, 2. Lieferung, 2. Auflage. Bearbeitet von Prof. Dr. Ing. Heumann, Leipzig 1923. Verlag Wilhelm Engelmann. Preis geh. 8.— G.-M.

Das vorliegende Heft bringt den Abschnitt „Drehscheiben" zum Abschlufs. Seit dem Erscheinen der 1. Lieferung, in der neben den Weichen und Kreuzungen die Drehscheiben teilweise behandelt waren, sind reichlich 14 Jahre vergangen, die Zeit für das Ausreifen eines guten Schriftwerkes — „nonum in annum" — ist also erfüllt. Das Erscheinen des Heftes wird dankbar begrüfst werden, da die Abhandlungen über Drehscheiben in allen bekannteren Sammelwerken schon vor längerer Zeit entstanden sind. Gegenüber der ersten Auflage ist der Umfang auf ein Vielfaches gestiegen, und man findet über alle neueren Bauarten, wie über Kugel- und Rollenlager, ebenso erschöpfende Antwort wie über die Betriebsfragen des Bewegungswiderstandes und des Antriebs. Auch die letzte Errungenschaft, die Gelenkdrehscheibe, zu der die ständig wachsenden Längen fast zwangsläufig geführt haben, ist ausreichend behandelt. Sie erscheint als eine Art Nachtrag zur ersten Lieferung unter den „Drehscheiben ungewöhnlicher Bauart", eine Bezeichnung, die freilich bald ihre Berechtigung verlieren wird. Allenfalls hätte man wünschen mögen, in diesem Abschnitte wie auch in anderen etwas mehr über ausländische Bauweisen zu erfahren, namentlich über amerikanische.

Eine weitere Lieferung soll die Schiebebühnen behandeln und damit die Darstellung der Gleisverbindungen abschliefsen. Der Verlag kann aber über die Zeit ihres Erscheinens keine bestimmte Zusicherung machen. Dr. Bl.

Dr. Ing. e. h. Max Förster, Die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten. Ergänzungsband zum Handbuche der Ingenieurwissenschaften. 5. Auflage, 1924, Verlag W. Engelmann, Leipzig, Preis geheftet 42 M., geb. 45 M.

Das Buch hat in verhältnismäfsig kurzer Zeit 5 Auflagen erlebt. Schon das ist ein Beweis seines Wertes, für den ja auch schon der Name des Verfassers bürgt. Das Buch ist sorgfältig auf den Stand der Wissenschaft, auf den der durchschnittlichen Berufsausbildung und auf die Bedürfnisse des Ausführenden abgestimmt. Die einfacheren, allgemein bekannten Ableitungen aus der Statik wurden unterdrückt, es finden sich nur noch knappe, übersichtliche Formeln und Rechentafeln. Auf schwierigeren Gebieten wird jedoch der Leser durch ausführlichere Behandlung der Rechnung unterstützt, namentlich bei den räumlichen Fachwerken. Durch solches Mafshalten wurde der Raum gewonnen, auch die neuesten Ausführungsformen zu

behandeln. Für diesen wichtigen Teil des Werkes hat der Verfasser die Unterstützung des gesamten deutschen Eisenbaues gesucht und gefunden. So wirkten meisterliche Beherrschung der wissenschaftlichen Grundlagen, feines Gefühl für den Stand der Ausbildung, lebendige Fühlung mit den Ausführenden zusammen, um ein Werk entstehen zu lassen, das in allen Teilen ein wohl abgewogenes Gleichgewicht zeigt.

Der Eisenbahningenieur findet in dem Buche reichen Stoff; vom einstieligen Bahnsteigdach bis zur weitestgespannten Bahnsteighalle, von der Wellblechbude bis zur mehrschiffigen Werkstatthalle sind alle Ausführungsformen vertreten, von Wassertürmen sind sämtliche ausgeführten Arten behandelt. Dafs auch Leitungsmaste besprochen werden, wird in der Zeit der Überlandleitungen und des elektrischen Vollbahnbetriebes vielen willkommen sein.

Dafs dieses Buch bei einem Umfange von 82 Bogen allen wirtschaftlichen Nöten zum Trotz in neuem, festlichen Gewande erscheinen konnte, ist ein hohes Zeichen für die Unentwegtheit und die mutvolle Zuversicht des Verfassers wie des Verlages, nicht minder für ihr Verantwortlichkeitsgefühl der Fachwelt gegenüber.

Dr. Bl.

L. Schmitz, die flüssigen Brennstoffe, ihre Gewinnung, Eigenschaften, Untersuchung. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage von Dipl. Ing. Dr. Follmann. Berlin, 1923, Springer.

Der behandelte Gegenstand ist gerade heute sehr wichtig, da die flüssigen Brennstoffe eine immer wachsende Bedeutung, insbesondere für die Krafterzeugung, erhalten. Der Zusammenhang bringt es mit sich, dafs nicht nur die zur Verbrennung im weitesten Sinne bestimmten flüssigen Stoffe (Benzin, Gasöl, Teeröl), sondern auch die anderen bei der Verarbeitung der Ausgangsstoffe (Erdöl, Teere, Pech) entstehenden Bestandteile besprochen werden. Insofern gibt das Buch Grundlagen, die über seinen Titel hinausgehen. In zusammengedrängter Form, also zur raschen Unterrichtung recht geeignet, werden das Erdöl, die Steinkohlenteere verschiedener Herkunft, die Teere aus Braunkohlen, Schiefer, Torf und Holz besprochen. Ein besonderes, gegenüber der 2. Auflage neues Kapitel befafst sich mit der Erzeugung und Verarbeitung des Tieftemperaturteeres. Dann folgen Spiritus, pflanzliche und tierische Fette und ein ausführliches Kapitel über die Untersuchungsweisen. Im einzelnen wäre folgendes zu bemerken: Die Gewinnung von Erdöl und der Besitz der Vorkommen hat sich in den letzten Jahren so verschoben, die weltpolitische Bedeutung des Erdöls ist so in den Vordergrund getreten, dafs der Abschlufs der Statistik mit 1915 nicht befriedigen kann. Vielmehr steht gerade die neuere Entwicklung der Erdölfrage mit den Bestrebungen bezüglich der Verarbeitung der Kohlen und der Schiefer im Zusammenhang und dieser müfste dargestellt werden. Auch über die inneren Beziehungen zwischen Verkokungsvorgang und Beschaffenheit der Teere, die gerade in Deutschland in zahlreichen Arbeiten behandelt worden sind, wäre eine neuzeitlichere und eingehende Darstellung erwünscht. Was auf dem Gebiet der Braunkohlenschwelung sich entwickelt hat, zum Teil im Werden begriffen ist, und ebenso die Bestrebungen, Erfolge wie Mifserfolge der Schieferverschwelung sind nicht erschöpfend und genügend klar behandelt. Die Behandlung der Tieftemperaturschwelung ist ganz unzureichend; wenn gesagt wird, dafs es z. Z. zwei Verfahren zur Gewinnung von Tieftemperaturteer gebe, nämlich in Drehöfen und in Generatoren, so sind hierbei die neueren, sehr aussichtsreichen Verfahren der Schwelung mittels Gemisch von Dampf und Feuergasen, in stehenden Drehdrommeln u. a. ganz aufser acht gelassen. Auch was über die Schwelung in Generatoren gesagt wird, berücksichtigt nicht die Mafsnahmen während des Krieges [...] hieraus erwachsene Entwicklung in der Nachkriegszeit. Es [...] sich aufserordentlich lehrreiche Vergleiche zwischen der sch[...] Teergewinnung aus den Kohlen und der neuzeitlichen Teerdest[...] die leider nicht näher ausgeführt wurden. Trotzdem bietet d[...] auch in dem letzten Teil über die Untersuchung der Bre[...] [hier fehlt der Hinweis auf die Verwendung von säurefeste[...] (V_2A von Krupp) für die kalorimetrische Bombe], die Gru[...] für das besprochene Gebiet, so dafs es zur Unterrichtung ü[...] Entstehung und Eigenart von Ölen jeder Art unbedingt em[...] werden kann. Ein Leser, der in Einzelheiten vordringen wil[...] sich über die letzte Entwicklung dann an anderen Stellen Erg[...] suchen müssen. Hinsichtlich der wirtschaftlichen Verhältniss[...] hierzu das kleine Buch von Reichenheim, die wirtscha[...] Bedeutung der flüssigen Treibstoffe (im gleichen Verlag 1922), d[...]

Dr. Landsber[...]

Die Kraftstellwerke der Eisenbahnen. Von S. Scheibner, [...] baurat a. D. in Berlin. I. Band. Die elektrischen Stell[...] Zweite umgearbeitete Auflage. Mit 39 Abbildungen. 122 S[...] Sammlung Göschen, Bd. 689. Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig. 1923. Preis: 1,25 Mk.

Die zweite Auflage der Kraftstellwerke, Band I, „Die elektr[...] Stellwerke" enthält ebenso wie die erste nur eine gedrängt[...] stellung dieses Gegenstandes. Das Inhaltsverzeichnis läfst erk[...] dafs der Aufbau des Bändchens unverändert beibehalten worde[...] Hingegen sind die seit dem Erscheinen der ersten Auflage bek[...] gewordenen Neukonstruktionen berücksichtigt worden, wobe[...] Vermeidung der Vergröfserung des Umfanges des Bändchen[...] älteren Bauweisen weggelassen sind.

Da die Ausdrucksweise knapp und überall nur die Haupt[...] hervorgehoben ist, so stellt das Bändchen eine ausreichende[...] schreibung der elektrischen Stellwerke dar, so dafs Studierende [...] Ingenieure, Bahnmeister und die anderen beteiligten Eisenbahnbea[...] einen klaren Überblick über den derzeitigen Stand der elektris[...] Stellwerke gewinnen. Die gewählten Abbildungen sind geeignet, [...] Studium des spröden Stoffs ausreichend zu unterstützen.

Der Tunnel. Anlage und Bau. Von Dr. d. t. W. G. Lu[...] Professor a. d. techn. Hochschule Dresden. Berlin 1924, Ve[...] Springer, geh. 10,2 G.-M.

Die vorliegende erste Lieferung des zweiten Bandes beha[...] den Bauvorgang bei Herstellung der Tunnel, insbesondere die [...] steckung, den Bauangriff, das Lösen des Gebirges. die Förder[...] und den vorläufigen Ausbau.

Was dem lebendig und flüssig geschriebenen Buche sei[...] besonderen Wert verleiht, ist nicht nur der Umstand, dafs die neue[...] Ausführungen beschrieben und verwertet sind. Vielmehr ist es [...] glückliche Gabe des Verfassers, alte und neue Erfahrungen sicht[...] und ordnend so nebeneinander zu stellen, dafs alles in hel[...] Beleuchtung gerückt ist. Es gibt für die behandelten Arbeitsabschni[...] die für Anlage und Durchführung, Baugeschwindigkeit und Ender[...] hervorragend wichtig sind, nicht leicht eine praktische Frage, [...] die der Ausführende nicht eine klare, mit Gründen gestützte Antw[...] fände. Das Buch kann somit als ausgezeichnetes Hilfsmittel [...] Studium und Ausführung warm empfohlen werden.

Die angekündigte Schlufslieferung wird den Vollausbruch [...] den verschiedenen Tunnelbauweisen, den dauernden Ausbau, [...] Einrichtung der Bauplätze sowie Erhaltungs- und Wiederherstellun[...] arbeiten behandeln.

Dr. Bl.

Berichtigungen

zu den Anweisungen für die Ermittelung der Fahrzeiten der Züge. Heft 6, Seite 117 bis 129.

1. Auf Seite 118, erste Spalte, 6. Zeile, ist vor »40 km/Std« einzuschalten »etwa«.
2. Auf Seite 118, erste Spalte, 29. Zeile, mufs die Formel lauten:

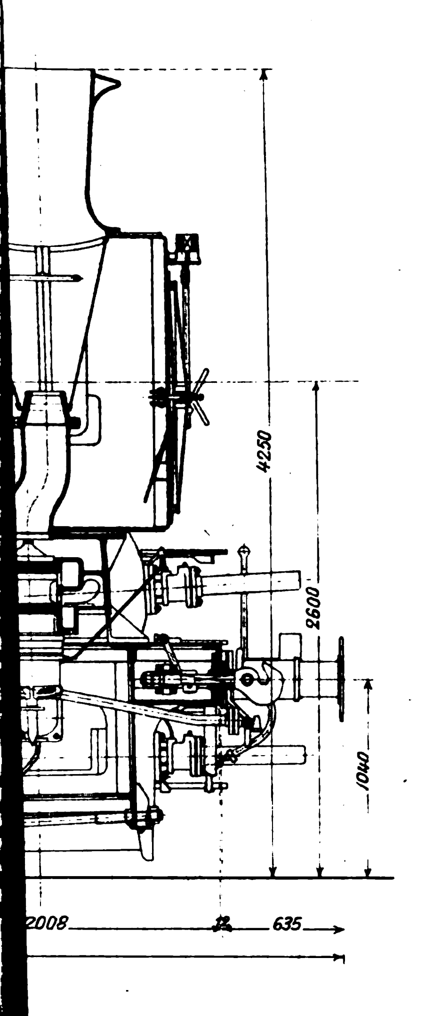
$$p_0 = \frac{Z_i - W}{G_1 + G_w}$$

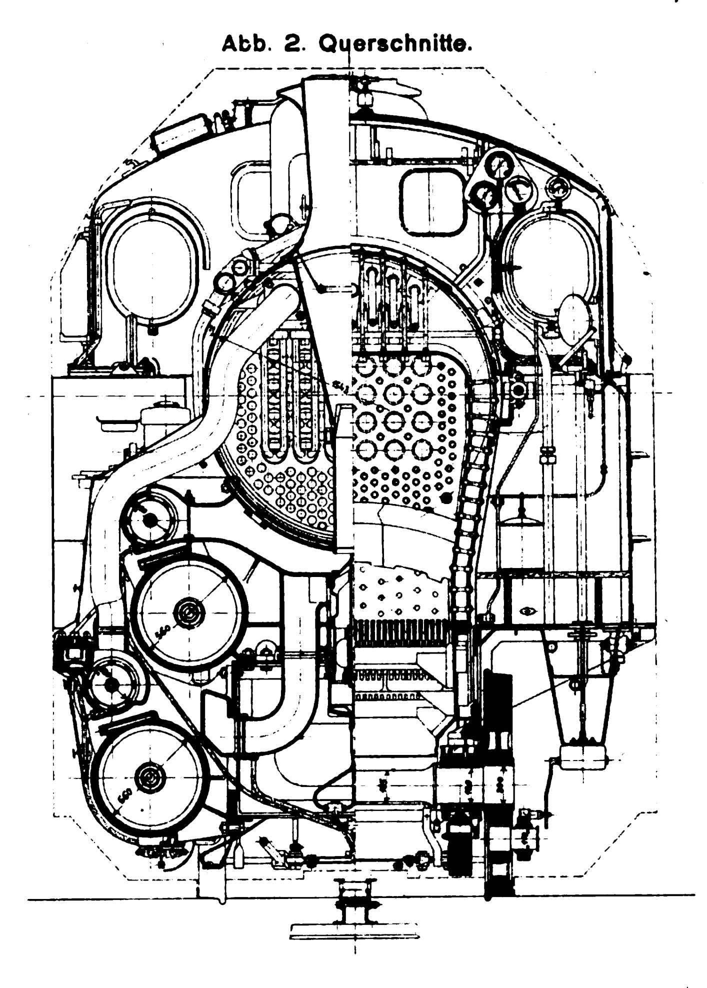
3. Auf Seite 128, 2. Spalte, 4. Zeile von unten, sind die Wor[...] »der vorstehenden Skizze« zu ersetzen durch »Textabb. 8[...]

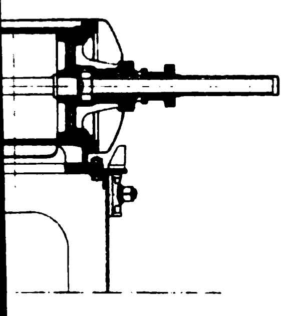
In der Berichts-Ergänzung „Verbesserte Gegenmutter" in Heft 6, Seite 137, mufs es statt „Montanistische Hochschul[...] Lauban": „Montanistische Hochschule Leoben" heifsen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Abb. 2. Querschnitte.

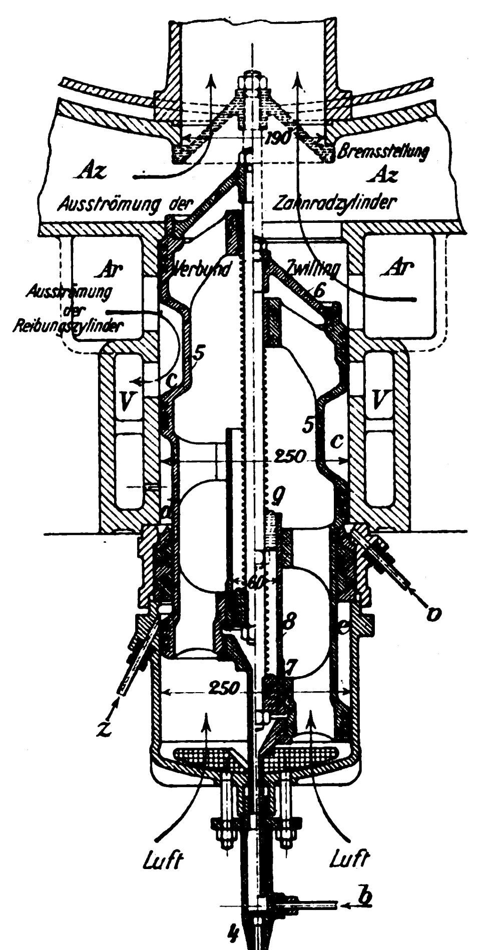






ung
emse.

Abb. 7. Wechselschieber für die Gegendruckbremse.

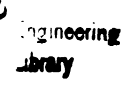


**Heißdampf- Vierzylinder- Verbund-
Zahnradlokomotive E+1 Z
Bauart Württemberg.**

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Organ für die F

Lau



1924 HEFT 12

ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang **30. September 1924** **Heft 12**

Vorschläge für die wirtschaftliche Gestaltung des Oberbaus auf Holzschwellen.

Oberbaurat Dr. Ing. **Schaechterle**, Stuttgart.

Hierzu Tafel 29 und 30.

Die Technik des Eisenbahnwesens ist noch im Fluſs, die Grenzen der Entwicklungsmöglichkeiten sind noch lange nicht erreicht. Auf allen Gebieten des Baues und Betriebes finden wir heute das Streben nach Steigerung der Wirtschaftlichkeit, sei es durch Einführung neuer leistungsfähiger Betriebsmittel, Erprobung neuer Betriebsweisen, Verwendung hochwertiger Bau- und Werkstoffe oder Anwendung kräftesparender Arbeitsweisen. Die vorhandenen baulichen Anlagen müssen den gesteigerten Forderungen des Betriebs angepaſst werden. Die zunehmende Verwendung von schweren Lokomotiven für den Personen- und Güterverkehr, die Aufnahme der Groſsgüterwagen für den Massenverkehr macht die Verstärkung des Oberbaus und der Brücken notwendig. Die freizügige Verwendung der schweren Lokomotiven, die aus wirtschaftlichen Gründen angestrebt wird, bedingt eine Umgestaltung unserer Oberbauverhältnisse. Der elektrische Betrieb wird noch weitere Umwälzungen bringen. Während die vorhandenen, schwersten Oberbauformen einem Achsdruck von 20 t genügen, sind künftig auf den Hauptstrecken Achsdrücke von 25 t vorzusehen (Lastenzüge N und E). Am Entwurf für den neuen Reichsbahnoberbau (N-, E- und G-Strecken) wird seit 1918 mit Erfolg gearbeitet. Fast ebenso wichtig als die Aufstellung, Erprobung und Einführung von neuen Oberbauformen erscheint mir die Frage der Ausnützung und Verwertung der vorhandenen Oberbaustoffe. Wenn es gelänge, den vorhandenen Oberbau ohne erhebliche Mehrkosten tragfähiger zu gestalten, so dürfte damit erst der von den Entwerfern der Betriebsmittel aufgestellte Leistungsplan in den Bereich derjenigen Möglichkeiten kommen, die in dem nächsten Jahrzehnt verwirklicht werden können. Der gesteigerten Ausnützung der vorhandenen Anlagen, der Verwertung der Altstoffe wird noch lange nicht die Beachtung geschenkt, die der wirtschaftlichen Bedeutung der Probleme im Haushalt der Eisenbahnen zukommen.

Im folgenden sind neue Vorschläge für die wirtschaftliche Gestaltung des Oberbaus auf Holzschwellen entwickelt. Sie zeigen die Fortbildung bekannter Bauformen und die Anwendung erprobter technischer Neuerungen.

Bei den bisher üblichen Oberbauformen mit Holzschwellen sind die Schienen entweder unmittelbar auf dem Holz aufgelagert oder es sind zwischen Schiene und Holz eiserne Unterlagsplatten oder Stühle zur Druckverteilung eingeschoben. Abb. 1, Taf. 29 zeigt einen bezeichnenden amerikanischen Regel-Oberbau. Die Breitfuſsschiene steht unmittelbar auf der Schwelle, lotrecht und wird mit Nägeln festgehalten (in der Geraden zwei, in Bögen drei, auf Stoſsschwellen drei Nägel).

Abb. 2, Taf. 29 zeigt einen französischen Oberbau, bei dem zwischen Schiene und Schwelle ein Pappelholzplättchen eingeschoben ist. Die Schwellen sind entsprechend der Schienenneigung 1 : 20 gekappt. Die Schiene wird mit Schrauben senkrecht zur Auflagerfläche befestigt (Mittelschwellen drei Schrauben, abwechselnd zwei auſsen, eine innen; Stoſsschwellen drei Schrauben). In Deutschland wurden beim Oberbau auf Holzschwellen für schweren Betrieb Unterlagsplatten mit 1 : 20 geneigter Schienenfläche bevorzugt. Abb. 11 zeigt die bekannte preuſsische Form mit Hakenplatte. Zu der Schräglage der Schiene kam man durch die Kegelform des Radreifens der Fahrzeuge. Die bei lotrechter Schienenstellung auftretenden groſsen, äuſseren Kantenpressungen, die sich z. B. an Weichen durch Eindrückungen äuſsern, werden durch die Schräglage gemildert. Selbst bei geneigten Schienen drücken sich die Unterlagsplatten in scharfen Krümmungen sowohl im Innen- wie im Auſsenstrang auſsen mehr in die Schwellendecke ein als innen. Den Vorzügen stehen keine nennenswerten Nachteile gegenüber, so daſs man wohl die Schräglage für die durchgehenden Hauptbahngleise beibehalten wird.

Über den Wert der Unterlagsplatten bestehen unter den Oberbaufachmännern noch Meinungsverschiedenheiten.

Die Erfahrung lehrt, daſs man mit schweren Schienen, breiten Hartholzschwellen, engen Schwellenteilungen auch hohen Betriebsanforderungen ohne Unterlagsplatten gerecht werden kann. Die ganze Anordnung ist auſserordentlich einfach. Man braucht nur Schrauben als Verbindungsmittel. Die Längs- und Seitenkräfte können durch die Reibung zwischen Schienenfuſs und Schwelle (Eisen auf Holz) aufgenommen werden; sie behindert das Wandern der Schienen. Die Pappelholzeinlagen tragen zur Schonung der Schwellen bei. Die Tragfähigkeit dieser Oberbauweise ist jedoch wegen der verhältnismäſsig kleinen Druckfläche zwischen Schienen und Holz begrenzt. Für schweren Verkehr kommen nur Hartholzschwellen aus Buche oder Eiche in Betracht. Die Vergröſserung der Schienenlagerfläche ist kaum mehr möglich. In der Schwellenteilung und in den Breitenabmessungen ist man bereits an dem für das Stopfen notwendigen, lichten Mindestabstand angelangt. Bei den hohen Beanspruchungen des Holzes unter dem Schienenauflager durch schwere Achsen drückt sich der Schienenfuſs in das Holz ein. Bei Weichholz sind schon die elastischen Zusammenpressungen des Holzes quer zur Faser derart, daſs eine feste Verbindung zwischen Schiene und Schwelle nicht erzielt werden kann. Sobald aber durch den Spielraum die Schiene auf das Holzlager hämmert, geht der Vorteil der Verbindungsreibung zwischen Eisen und Holz verloren. Die Verbindungsmittel müssen Seiten- und Längskräfte ganz aufnehmen, dazu sind sie nicht in der Lage. Die Schienen zeigen die Neigung, nach auſsen auszuweichen und zu kanten. Die Schrauben oder Nägel verlieren ihren Halt, die Schienen wandern. Die Schwellen werden rissig, die Lagerflächen gequetscht. Das Verhalten der Hartholzschwellen ist wesentlich günstiger, doch treten auch hierbei ähnliche Erscheinungen auf, wenn das Holz quer zur Faser unter der Schiene überbeansprucht wird. Mit unseren schweren Lokomotiven hat man auf den französischen Bahnen deshalb keine guten Erfahrungen gemacht.

Daſs auch heute noch auf vielen Strecken Nägel zur Befestigung der Schienen verwendet werden, ist nur dadurch zu erklären, daſs der Gleisbau in seiner Entwicklung mit den Fortschritten der Technik auf verwandten Gebieten nicht Schritt gehalten hat. Durch das Eintreiben eines Nagels wird die Holzfaser gerade an der Stelle zerstört, wo man sie zur Kraftaufnahme am notwendigsten braucht. Auch wenn bei Hartholzschwellen wegen der Sprengwirkung ein Loch vorgebohrt wird, so ist doch beim Eintreiben des Nagels eine teilweise Zerstörung der Lochwandung unvermeidlich. Der Nagel ist an sich zur Aufnahme von Zugkräften ungeeignet; kommen dazu noch die Seitenkräfte, die hohe Kantenpressungen

(Abb. 3, Taf. 29) und Quetschungen der Lochwand erzeugen, so verliert er bald jeden Halt. Mit dem Nachschlagen von Nägeln wird nur noch weitere Zerstörungsarbeit geleistet, eine Besserung der Wirkung kaum erreicht. Für Verbindung von Schiene und Holzschwelle kommen für technisch einwandfreie Oberbaukonstruktionen nur Schrauben in Betracht.

Zur Übertragung der wagrechten, am Schienenkopf angreifenden Seitenkräfte, die nach den Vorschriften zu $^1/_5$ der Achslasten anzunehmen sind, also bei 20 t-Achsen 4 t, bei 25 t-Achsen 5 t betragen, sind die Schrauben allein ungeeignet. Die Überbeanspruchung des Holzes durch Lochwanddrücke, die in den oberen Schwellenfasern weit über die Festigkeit des Forchenholzes hinausgehen, hat örtliche Quetschungen zur Folge. Zur Entlastung der Schrauben müssen Dübel angeordnet werden, ähnlich wie das bei den neuen Holzbauweisen mit grofsem Erfolg geschehen ist.

Die eisernen Unterlagen zwischen Schiene und Holzschwelle dienen zur Lastenverteilung und zur Verringerung des Flächeneinheitsdrucks. Sie wurden schon bei den ersten Oberbauformen angewandt. Die Formen haben im Laufe der Zeit vielfach gewechselt.

Die Engländer haben von Anfang an die Schienen auf gufseiserne Stühle gesetzt und daraus den Stuhlschienenoberbau entwickelt, an dem sie heute noch mit bewunderungswürdiger Zähigkeit festhalten. In Deutschland hat man für den Weichholzschwellenoberbau die niedere Unterlagsplatte weiterentwickelt. Die zweirändige Keilunterlagsplatten und die Hakenplatten sind in den verschiedensten Ausführungen und Befestigungsweisen heute noch im Gebrauch (Abb 4 und 5, Taf. 29).

Die Weiterentwicklung des Weichholzschwellenoberbaus für schweren Betrieb ist davon abhängig, dafs es gelingt, den Schienendruck auf eine gröfsere Fläche zu verteilen und die Verbindung zwischen Schiene und Schwelle fest und unverschieblich zu gestalten. Die Gebrauchsdauer einer Schwelle ist wesentlich von der Widerstandsfähigkeit der Lagerfläche abhängig. Die meisten Schwellen müssen wegen vorzeitiger Abnützung der Lagerfläche ausgewechselt werden. Kleine Unterlagsplatten fressen sich ein. Zu den Beanspruchungen auf Druck kommt die Wirkung der Reibungskräfte quer und längs zur Schwellenachse, dann die mechanische Abnützung, die durch scharfen Sand und Grus beschleunigt wird, und die Zerstörung des Holzes durch Witterungseinflüsse, durch Feuchtigkeit und Fäulniserreger, die in die Risse des Holzes eindringen. Bei der Kiefernschwelle kommt als weiterer Nachteil hinzu, dafs der Schienendruck auf die weiche Splintseite wirkt und die mechanische Abnützung und Zerstörung im Splintholz gröfser ist, als im festeren Kernholz. Man hat schon vorgeschlagen, die neuen Reichsbahnschienen mit 125 mm Fufsbreite ohne eiserne Unterlagsplatten nur mit Pappelholzplättchen als Zwischenlage unmittelbar auf das Holz zu verlegen. Unter den Lokomotivachsen, die am ungünstigsten auf Schwelle und Bettung wirken, entstehen bei 20 cm Lagerbreite Flächendrücke von

$$\frac{10000}{20 . 125} = 40 \text{ kg/cm}^2$$

für 20 t Achsdrücke und von

$$\frac{12500}{20 . 125} = 50 \text{ kg/cm}^2$$

für 25 t Achsdrücke bei gleichmäfsiger Druckverteilung ohne Stofszuschlag. Selbst wenn durch entsprechende Bauart die Längs- und Seitenkräfte durch besondere Befestigungsmittel aufgenommen und übertragen werden, können durch ungleichmäfsige Lastverteilung Kantenpressungen vom doppelten Betrage, also 80 und 100 kg/cm² auftreten (Abb. 6a—c, Taf. 29).

Solchen Beanspruchungen ist das Weichholz nicht gewachsen. Schon bei Beanspruchungen über 25 kg/cm² treten Quetschungen und Risse an der Druckstelle ein. Die Festigkeit des Holzes quer zur Faser beträgt nur einen Bruchteil der Festigkeit in der Faserrichtung. Die Verschiedenheit der Zusammendrückungen des Forchenholzes bei Belastung ⊥ und || zur Faser ist in Abb. 7, Taf. 29 dargestellt. Die Quetschgrenze, d. h. die Belastung für ein Quadratzentimeter quer zur Faser, bei der Zerstörungserscheinungen, Risse und Quetschungen auftreten, wurde an Prismen 8/8/8 cm zu 20—30 kg ermittelt. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Fichtenholz (vergl. Abb. 8, Taf. 29). Bei einer gleichmäfsigen Belastung der Prismas von 30 kg/cm² wurde das Prisma um 20 v. H. seiner ursprünglichen Länge zusammengedrückt. Bei örtlicher Belastung, wo nur ein Teil der Oberfläche des Balkens von der Belastung getroffen wird, Stempeldruck Abb. 8, sind die Zusammendrückungen geringer, weil durch die Fasern die der Druckstelle benachbarten Holzteile zum Mittragen herangezogen werden (Seilwirkung), Abb. 9. Je schmäler die Belastungsfläche, je stärker die Abrundung der Kanten des Druckstücks, um so mehr tritt der Anteil der Nachbarholzteile hervor. Bei gleicher Gröfse der Druckflächen sind die Zusammendrückungen des Balkens bedeutend kleiner als die des Prismas. Zu beachten ist aber, dafs auch unter der örtlichen Belastung bei Überschreitung der Quetschgrenze mit 20—30 kg/cm² unter der Druckplatte Risse auftreten und dafs die Mitwirkung der Fasern auf Zug sich erst mit zunehmender Eindrückung stärker geltend macht. Bei Druckflächen, die nur einen Teil der Balkenbreite einnehmen (Abb. 10), ist mit einer Unterstützung der unbelasteten Fasern nicht zu rechnen.

Die angegebenen Versuchsergebnisse weisen darauf hin, dafs man wegen der millionenfach sich wiederholenden Belastungen bei den Schwellen mit dem Flächendruck unter der Quetschgrenze bleiben mufs, wenn man Risse vermeiden und den vorzeitigen Verschleifs hintanhalten will. Aber nicht nur wegen der Rifs- und Quetschungsgefahr mufs man den Flächendruck niedrig halten, sondern mehr noch um die elastische Eindrückung auf ein Mindestmafs zu beschränken. Nur solange das Mafs der federnden Eindrückung unter jeder Einzelbelastung gering ist, bleiben die Befestigungsmittel voll wirksam. Durch genügend grofse Druckflächen wird man die Gebrauchsdauer der Weichholzschwellen verlängern können. Die vollkommene Ausnützung der Schwelle wird dann erreicht, wenn die Gebrauchsdauer, die bisher durch die Abnützung der Lagerflächen bedingt war, der durch Tränkung gesteigerten Lebensdauer der Holzschwelle möglichst nahe kommt.

Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Auflagerfläche von Weichholzschwellen haben sich in der Praxis zwei Verfahren herausgebildet:

1. Die Verdübelung.
2. Die Aufsattelung.

Beide Verfahren wurden mit grofsem Erfolg zur Verbesserung altbrauchbarer Schwellen herangezogen. Die Verdübelung findet mehr und mehr auch für neue Schwellen Anwendung.

Die Verdübelung, eine Erfindung des französischen Ingenieurs Collet, ist zuerst mit Schraubendübeln aus Hartholz, später auch mit gezahnten Einschlagdübeln ausgeführt worden. Das Verdübelungsverfahren wurde auf Grund der Betriebserfahrungen durch Schmidt, Wegener, Rüping dauernd verbessert, durch Anwendung von Sondermaschinen wirtschaftlicher gestaltet.

Die Vorzüge der Verdübelung von Weichholzschwellen (Abb. 11) sind:

1. Die Schwelle wird an den gefährlichen Stellen verstärkt. Die Lagerfläche unter den eisernen Platten und die Lochwände der Schwellenschrauben können durch die Hartholzdübel höher belastet werden.

2 Die festere Verbindung zwischen Schiene und Schwelle mindert das Wandern des Gleises.

3. Die Vorteile der Verdübelung gelten besonders für weifses Kieferholz (Rufsland). Für verdübelte Schwellen können kleine, offene Unterlagsplatten (Abb. 4) verwendet werden.

4. Durch die Verdübelung wird die Nutzungsdauer der Schwelle erhöht, das Nacharbeiten der Lagerflächen durch Abdechseln wird überflüssig.

Den Vorteilen stehen folgende Nachteile gegenüber:

1. Die Unterlagsplatte sitzt nicht gleichmäßsig auf. Der Schienendruck wird z. T. auf die Dübel, z. T. unmittelbar auf das Schwellenholz abgesetzt.

2. Die einfache offene Unterlagsplatte ist nur für Strecken mit mittlerem Verkehr ausreichend.

3. Die Verwendung der Hakenplatten mit drei Schrauben ist wegen der ungleichmäßsigen Druckverteilung ungünstig.

4. Die Schwellen werden durch die Aufbohrung verschwächt.

5. Die vorgebohrten Löcher weiten sich aus; in Kurven treten durch ungenaues Einsetzen der Dübel leicht Spurerweiterungen ein.

6. Die Schwellenschrauben lockern sich bei nicht ganz sorgfältiger Arbeit, wenn die Bohrung weiter als der Kerndurchmesser der Schraube ist.

Vereinzelte ungünstige Erfahrungen werden auf falsche Anwendung der Verdübelung oder andere Mängel des Oberbaus zurückgeführt. Die Kosten der Verdübelung sind mäfsig und werden durch die mit der grofsen Widerstandsfähigkeit der verdübelten Schwellen erzielten längeren Nutzungsdauer und der Ersparnis an Nacharbeit aufgehoben. Die Wirtschaftlichkeit der Verdübelung erscheint heute erwiesen.

Die Aufsattelung wurde von dem bayerischen Bahnmeister Rambacher erfunden und mit gutem Erfolg auf den bayerischen Staatsbahnen für die Verbesserung ausgebauter, abgefahrener Schwellen verwendet. Kiefernschwellen müssen erfahrungsgemäfs, je nach Beanspruchung der Auflager häufig nachgerichtet und nach 10—15 Jahren wegen Abnützung der Auflagerfläche unter den Schienenunterlagsplatten ausgewechselt werden. Um die Schwellen wieder verwenden zu können, hat Rambacher die abgefahrene Auflagerfläche beseitigt, durch den Einbau von 5 cm starken Hartholzeinsätzen die Auflagerfläche vergröfsert und damit eine günstigere Druckübertragung auf die Schwelle erzielt. Die Bauart ist in Abb. 12, Taf. 29 dargestellt. Die Holzfaser der Eichenkeile verläuft in der Richtung der Schienen. Die Einsätze sind zwei- oder dreiteilig. Durch die schwalbenschwanzförmige Verkämmung und das Eintreiben der Keile wird selbst bei älteren Schwellen ein fester Halt erzielt. Die neue Schwellenlagerfläche sitzt im Kernholz, das Splintholz ist gröfstenteils beseitigt. Die Altschwellen dürfen an der Einkämmstelle bis auf 10 cm Mindeststärke verschwächt werden. Trotz der starken Verschwächung sollen sich im Betrieb keine Nachteile gezeigt haben. Die Ergebnisse des Verfahrens sind nach den bayerischen Berichten recht befriedigend. In Schnellzugstrecken der Hauptbahn hat man Kiefernschwellen nach 15—17jähriger Liegedauer ausgebaut, durch Rambacher-Einsätze verbessert und wieder eingebaut, wo sie weitere 17 Jahre aushielten und bei der Nachprüfung noch brauchbar befunden wurden.

Die Kosten der Aufsattelung sind ungefähr gleich denen der Verdübelung. Die Arbeit wird zweckmäfsig in kleinen Aufsattelungswerkstätten mit einem Satz von Sondermaschinen ausgeführt. Für neue Schwellen kommt das Verfahren wegen der starken Verschwächung der Schwellen nicht in Betracht.

Es liegt nun nahe, den Gedanken der Aufsattelung durch Hartholzkörper zur Verbreiterung der Druckfläche und damit Verringerung des Flächendrucks auch für die Verstärkung neuer Weichholzschwellen auszuwerten. Durch die Einschaltung von Hartholzkörpern zwischen Schiene und Schwelle wird es möglich, die Weichholzschwellen in den bisher üblichen oder sogar schwächeren Abmessungen auch für schweren Betrieb zu verwenden, wenn von dem tiefen Einschnitt abgesehen und eine einfache, sichere und zuverlässige Verbindung einesteils zwischen Schiene und Sattel und anderenteils zwischen Sattel und Schwelle durch Schrauben und Dübel geschaffen wird. Der Gedanke kann insoweit noch weiterhin fruchtbar für die Verstärkung der vorhandenen Oberbauformen gemacht werden, als die vorhandenen Unterlagsplatten und Befestigungsmittel wieder benützt werden können.

Die Abb. 1, Taf. 30 zeigt den Oberbau mit Hartholzsattel für schweren Verkehr. Zwischen Schiene und Sattel ist die eiserne Unterlagsplatte eingeschaltet. Der Zusammenhalt zwischen Schiene und Unterlagsplatte und Sattel kann in einer der bewährten Befestigungsweisen, z. B. durch Schrauben mit Spur- und Klemmplättchen hergestellt werden. Man vermeidet dadurch die Inanspruchnahme der Klemmschrauben durch Seitenkräfte.

Die Vorteile des Vorschlags sind:

1. Die am Schienenkopf angreifenden Kräfte der rollenden Fahrzeuge wirken auf die Schwelle mittels grofser Druckfläche gleichmäfsig verteilt.

2. Der Flächendruck bleibt unter der Quetschgrenze des Weichholzes.

3. Die Quer- und Längskräfte werden ohne Inanspruchnahme der Schrauben übertragen.

4. Die Schrauben haben die Aufgabe, die Verbindung zusammenzuhalten, die Schienen und Sättel gegen Abheben von der Schwelle zu sichern.

5. Die Schwellen können schwächer gehalten werden.

6. Die hochbeanspruchten Teile können leicht ausgewechselt werden.

7. Die Unterhaltung im Betrieb wird vereinfacht, das Nacharbeiten der Auflagerflächen kommt in Wegfall.

8. Der Holzschwellenoberbau der bestehenden Betriebsgleise kann durch die Aufsattelung verstärkt werden.

Zur Vergröfserung der Reibung zwischen Unterlagsplatte und Holz hat man zur Schonung der Schrauben und zur Spurerhaltung schon Unterlagsplatten mit gerippten Unterflächen verwendet. (Abb. 13, Taf. 29).

Der anfänglich erreichte Zweck ging aber mit der Zeit durch Abschleifen der Rippen verloren. Die Holzfasern werden zwar durch die Rippen nicht durchschnitten, aber eingebogen; eine rasche Abscheuerung des Holzes und der Lagerfläche ist die Folge.

Man hat weiter vorgeschlagen, durch eine starke Rippe die Verschiebung der Platte ohne Inanspruchnahme der Schrauben zu verhindern. Für die Rippe mufs aber eine besondere Rille ausgefräst werden, in der sich Wasser und Schmutz sammelt. Die Holzfaser wird durchschnitten, was die Tragfähigkeit beeinträchtigt. Das Holz wird gerade an der Stelle der Fäulnisgefahr ausgesetzt, die am stärksten beansprucht ist. Die geschilderten Mängel werden bei dem Sattel durch den seitlichen Anschlag des Zapfens vermieden. Die Seitenkräfte können in zuverlässiger Weise senkrecht zur Faserrichtung abgesetzt werden. Das genaue Anarbeiten des Anschlags für die richtige Spur macht keine Schwierigkeiten.

Die Verbindung zwischen Hartholzsattel und Schwelle geschieht durch Dübel und Schrauben. Im Hartholzschwellenoberbau hat sich gezeigt, dafs zur Verbindung von Schiene und Schwelle 3 Schrauben ausreichen, wobei abwechselnd 2 innen, 2 aufsen angeordnet werden. Bei Weichholz erscheint diese Befestigung — jedenfalls für schweren Verkehr — ungenügend, weil infolge der geringeren Festigkeit der Weichhölzer quer zur Faser der Widerstand der Schrauben gegen Herausziehen viel geringer ist, als bei Hartholz. Durch die Befestigung von je 2 Schrauben aufsen und innen, die ganz in dem festen Kernholz der Schwellen verankert sind, und das Zusammenwirken mit den gezahnten Dübeln dürfte eine dauernd haltbare Verbindung gewährleistet sein.

Ist die Niederhaltung der Schiene voll wirksam, so werden die zur Übertragung der Seitenkräfte auf die Unterlagsplatte vorhandenen Spurplättchen durch Reibungswiderstände entlastet.

Die Dübel besitzen eine hinreichend grofse Scherfläche, so dafs sie unter den wagrechten Kräften in der Seiten- und Längsrichtung nur geringe Beanspruchungen erfahren. Die Dübel können die beim Rambacher-Verfahren angewandte,

schwalbenschwanzförmige Verkämmung vollkommen ersetzen. Die starke Verschwächung der Schwelle durch diesen Einschnitt wird vermieden. Das Sattelholz bleibt ungeteilt und gewährleistet so eine gleichmäfsigere Kraftübertragung. Die Dübel können mit einfachen maschinellen Hilfsmitteln und mit gröfster Genauigkeit eingesetzt werden. Durch den kegelförmigen Anzug wird die Einspannung gefördert, durch die Verzahnung der Widerstand gegen Herausziehen verstärkt. Der Vorschlag stellt hiernach eine Ausnützung der Vorteile der Verdübelung in Verbindung mit den Vorzügen der Aufsattelung dar, wobei die Nachteile beider Verfahren möglichst vermieden sind.

Die Schwelle kann durch die Aufsattelung schwächer gehalten werden. Halbhölzer 25/12,5, wie sie beim englischen Stuhlschienenoberbau heute noch allgemein üblich sind, erscheinen ausreichend.

Die imprägnierte Kiefernschwelle ist bei sorgfältiger Unterhaltung 20 Jahre gleisfähig. Durch die mit dem Sattel erreichte Verstärkung des Oberbaus dürfte die Gebrauchsdauer nach den bayrischen Erfahrungen auf 30 Jahre erhöht werden. Der neue Vorschlag ist, wie schon betont, in weitestgehendem Mafse anpassungs- und entwicklungsfähig. Man kann sich den verschiedensten Betriebsverhältnissen und Belastungen durch entsprechende Wahl der Abmessungen anpassen und gleichzeitig die vorhandenen Oberbaumaterialien restlos verbrauchen (Abb. 2, Taf. 30). Die Anwendung des Sattels auf Eisenbetonschwellen für Neben- und Abstellgleise, auf Betonkörper bei Putzgruben, in Lokheizhäusern und Werkstätten ist beispielsweise in der Abb. 3, Taf. 30 dargestellt. Die Befestigungsweise ist denkbar einfach und bietet so grofse Vorteile für den Bau und die Unterhaltung, dafs eine Erprobung sich empfehlen wird.

Die Rollenkettenschmierung.

Ein Beitrag zur Frage der Schmierung der Eisenbahnwagen.

Von Oberbaurat a. D. **Franz Dütting.**

Die Schmierung der Achslager der Eisenbahnwagen ist eine Frage, welche während des letzten Krieges für die deutschen Bahnen eine erhöhte Bedeutung gewonnen hat, weil Schmieröle von geeigneter Beschaffenheit nicht immer zur Verfügung standen.*) Der Bedarf an solchen war bis dahin fast ausschliefslich vom Ausland, namentlich von Amerika, gedeckt worden; nach Sperrung der Einfuhr und Verbrauch der Vorräte ergab sich die Notwendigkeit, mit Schmierstoffen auszukommen, welche im Inland erzeugt werden konnten. Es gelang auch, in den Teerfettölen und anderen Abkömmlingen der Kohlendestillation und Schwelindustrie einen, wenn auch nicht völlig gleichwertigen Ersatz zu finden. Doch zeigte sich, dafs die üblichen Schmiervorrichtungen der Eisenbahnwagen beim Gebrauche dieser Ersatzöle in der Saug- und Schmierfähigkeit in kurzer Zeit stark nachliefsen, weil namentlich die Teerfettöle Naphtalin und andere Ausscheidungen in den Schmierpolstern und Saugdochten ablagerten, die deren Verharzung infolge Schliefsung der Poren herbeiführten.

Dies war zu jener Zeit darum besonders unerwünscht, weil

1. auch die Stoffe für die Anfertigung der Schmierkissen und Saugdochte (Wolle und Baumwolle) grofsenteils Auslanderzeugnisse waren, in deren Verbrauch deshalb die gröfste Sparsamkeit geübt werden mufste, und weil
2. ohne eine reichliche Schmierung der Lager, die nur mittelst guter Saugdochte und Schmierpolster zu erzielen ist, sich nicht auskommen liefs, nachdem man sich genötigt gesehen hatte, auch bei der Herstellung der Lagerschalen Ersatzstoffe, namentlich Blei und Zink an Stelle von Zinn und Antimon, deren Einfuhr früher vom Ausland erfolgt war, zu verwenden.

Seitdem nach dem Kriege alle für die Schmierung und Instandhaltung der Lager benötigten Stoffe in hinreichender Menge wieder zur Verfügung stehen, sind zwar die damals auftretenden Schwierigkeiten wieder behoben; doch beschäftigt die hier beregte Frage die Eisenbahnverwaltungen auch jetzt noch in hohem Mafse. Nur ist neuerdings neben ihrer technischen und betrieblichen Seite ihre wirtschaftliche Bedeutung mehr in den Vordergrund getreten. Bei dem jetzigen geringen Stande unseres Volksvermögens und den schweren Lasten, die Deutschland infolge des Krieges zu tragen hat, mufs es eine unabweisbare Aufgabe und Forderung unserer Volkswirtschaft sein, nicht nur im Gebrauche der Arbeitskräfte und im Verbrauche aller Stoffe die gröfste Sparsamkeit walten zu lassen, sondern auch die Einfuhr aller derjenigen Stoffe herabzusetzen oder ganz zu vermeiden, welche sich entweder im Inland erzeugen lassen, oder an deren Stelle im Inland erzeugte Ersatzstoffe verwendet werden können. Aus diesen Gründen hat denn auch die Verwaltung der Reichsbahnen die schon im Kriege unternommenen Versuche, die früher fast allgemein gebrauchten Zinnantimonlegierungen durch geeignete aus Inlandmetallen hergestellte Bleilegierungen zu ersetzen, in Verbindung mit der einschlägigen Industrie mit Nachdruck weiter fortgesetzt. Sie hat auch für ihre Zwecke zwei Versuchsämter, das eine in Göttingen, das andere in Potsdam ins Leben gerufen, in denen die im Eisenbahnbetrieb mit den neuen Lagermetallegierungen gesammelten Erfahrungen nachgeprüft, aufgeklärt und ergänzt werden sollen.

Die Versuche mit Bleilegierungen sind noch nicht zum Abschlufs gelangt, doch darf erhofft werden, dafs man mit ihnen zu dem angestrebten Ziele gelangen werde. Die aus diesem Anlasse von dem Versuchsamte Göttingen vorgenommenen Untersuchungen erstreckten sich u. a. auf die Feststellung der Eigenschaften und der Beanspruchungen der Lagermetalle, auf ihr Verhalten beim Vergiefsen und im Betriebe. Sie haben gezeigt, in welch hohem Mafse die gute Erhaltung der Lager und die Höhe ihres Reibungswiderstandes nicht nur von der Art und der Vollkommenheit der Schmierung, sondern auch von dem Gefüge und den Eigenschaften abhängig ist, welche der in der Lagerschale befindlichen Metallegierung durch die Behandlung beim Einschmelzen und Giefsen verliehen worden sind.*)

Es sollte hieraus der Schlufs gezogen werden, dafs einwandfreies Lagermetall nur in Giefsereien hergestellt werden kann, wo man die für die jeweils verwendeten Metallegierungen gebotene Giefstechnik gründlich kennt, wo zugleich aber auch Gewähr dafür geboten ist, dafs danach mit aller Sorgfalt verfahren wird. Dies wird nur in gröfseren, gutgeleiteten Giefsereien der Fall sein können. Darum sollte man den bisherigen Brauch, das Ausgiefsen der Lager jeder kleinen und kleinsten Werkstätte zu überlassen, zum wenigsten für die Lager der Wagen baldigst aufgeben, und Mafsnahmen dafür treffen, dafs überall auswechselbare Lagerschalen vorrätig gehalten werden. Das wird, wenn mit genauen Stichmafsen gearbeitet wird, gegenüber dem bisherigen Verfahren zu wesentlichen Vereinfachungen und Ersparnissen führen.

*) Besprechungen hierüber haben laut Niederschrift 101 auch in der Verhandlung zu Punkt 28 der Tagung des T. A. des V. d. E. V. zu Lübeck am 5./7. September 1923 stattgefunden. — Neuere Veröffentlichungen über den vorliegenden Gegenstand sind: „Versuche mit Teerfettöl und Rollenkettenschmierung an Achsbüchsen für Eisenbahnfahrzeuge“ vom Hafendirektor a. D. Ed. Meyer, Eickel in Heft 6 der „Verkehrstechnik“ vom 28. Februar 1923, und „Die mech. Schmierung der Eisenbahnachsen“ von Dr. Ing. W. Friedrich, Alt-Rahlstedt in Nr. 34 der Zeitschrift d. V. d. I. vom 23 Aug. 1924, Seite 877.

*) Vergl. E. Schulze und Vogt: Neuere Untersuchungen über Lager, Lagermetalle und Schmiermittel in Heft 48 der „Verkehrstechnik“ vom 1. Dezember 1922.

Die Frage der Schmierung der Wagenachslager ist seit dem Ausgang des Krieges einer ausgiebigen Behandlung unterzogen und darum in das Arbeitsgebiet der beiden Versuchsämter aufgenommen worden. Die Nachteile der jetzigen Art der Schmierung liegen

1. in dem grofsen Verbrauch an Schmieröl, der hervorgerufen wird durch starke Ölverluste infolge der ungenügenden Abdichtung der Achsbüchsen, in der dadurch geschaffenen Notwendigkeit des öfteren Nachschmierens der Lager und in der Einstellung besonderer Schmierer zu diesem Zweck;
2. in den hohen Kosten für die Unterhaltung der Lager und Achsen infolge des durch ungenügende Schmierung und durch Verschmutzung hervorgerufenen raschen Verschleifses der Lagerschalen und des Rauhwerdens der Achsschenkel, des starken Verbrauchs an Dichtungsringen und Schmierpolstern, sowie in dem häufigen Auftreten von Heifsläufern;
3. in dem zu hohen Eigenwiderstand der Wagen, hervorgerufen durch die Steigerung des Reibungswiderstandes in den Lagern, wenn infolge zunehmender Verharzung und Verschmutzung der Schmierpolster und Saugdochte die Ölzuführung nachläfst.

Die Mängel der jetzigen Art der Abdichtung der Achsbüchsen und der Polsterschmierung der Lagerschalen lagen schon vor dem Kriege für den Eisenbahnfachmann klar zutage; aber man war gewöhnt, sie als etwas durch die Eigenart des Eisenbahnbetriebes Gegebenes hinzunehmen und hatte sich deshalb mit ihnen abgefunden. Seitdem hat uns der Krieg vor Augen geführt, welche Betriebsschwierigkeiten diese Art der Achslagerschmierung hervorrufen kann. Wir sind auch nicht mehr reich genug, die hohen Kosten, die sie verursacht, tragen zu können. Darum sollte denn mit aller Tatkraft darangegangen werden, wirksame Verbesserungen einzuführen. Solche sind nur auf dem Wege der mechanischen Schmierung zu erreichen, die seit längerer Zeit schon mit gutem Erfolge bei der Schmierung von Wellenlagern und wagerechten Zapfen in Anwendung ist und meist durch übergehängte und mit ihnen umlaufende Ringe oder Ketten betrieben wird. Hier ist man von der Eigenart der verschiedenen Schmieröle ziemlich unabhängig. Das mittelst Ring oder Kette den Schmierstellen in ununterbrochenem Strome zugeführte Öl läuft in die darunterliegenden Ölbehälter zurück und wird aus ihnen dem Lager wieder zugeführt. Da Ölverluste durch Verspritzen oder Abtropfen bei passenden Vorkehrungen vermieden werden können, so ist der Ölverbrauch zumeist nur gering und diese Art der Schmierung weit reichlicher, wirksamer und billiger als eine solche auf irgend einem anderen Wege.

Infolge dieser Vorteile und im Hinblick auf die Nachteile, welche sich während des Krieges bei der Polsterschmierung in so starkem Mafse geltend gemacht hatten, kam schon um 1917 der Gedanke zum Durchbruch, Versuche mit der mechanischen Schmierung auch bei Eisenbahnwagen anzustellen, da bei günstigem Ausfall erwartet werden konnte, auch hier gleiche Vorteile zu erreichen, wie sie bei der Schmierung der Wellen- und Zapfenlager auf diesem Wege sich ergeben haben.

Neben anderen Vorschlägen für die Ausführung einer solchen mechanischen Schmierung bei Wagenachslagern ist schon um 1918 die Rollenkettenschmierung — Olor-Schmierung — nach den Patenten Schneider-Friedrich hervorgetreten, bei der von zwei Rollen, welche vermittelst einer leichten Schraubenfeder gegen die untere Seite des Achsschenkels gedrückt werden, eine zum Ring geschlossene Kette in den Ölkasten der Achsbüchse herabhängt und aus ihm das Schmieröl heraufbefördert, das dann von den Rollen auf den Achsschenkel und die darüberliegende Lagerschale übertragen wird.

Versuche mit dieser Rollenkettenschmierung sind zunächst bei 10 Wagen der badischen Staatsbahnen ausgeführt worden, bei denen zu diesem Zwecke je eine der 4 Achsbüchsen des Wagens an Stelle der Polsterschmierung die Rollenkettenschmierung erhielt. Bei Versuchsfahrten sind die Achslager auf den Unterschied ihrer Lagerwärme beobachtet worden. Dabei zeigte sich, dafs die mit der Rollenkettenschmierung überaus reichlich geschmierten Lager sich während der Fahrt weniger stark erwärmten, als die, bei denen die Polsterschmierung beibehalten war. Die Wärmeunterschiede stiegen bei längerer Fahrt bis auf 18°. Hieraus und aus Wärme- und Reibungsmessungen auf dem Prüfstand der Hauptwerkstätte Karlsruhe ging hervor, dafs bei den mit der Rollenkettenschmierung geschmierten Achslagern entsprechend der verstärkten Ölzuführung wesentlich geringere Reibungswiderstände und Wärmesteigerungen auftraten als bei den Lagern mit Polsterschmierung.

Infolge des günstigen Ausfalls dieser Versuche sind dann um 1920 Versuche mit der Rollenkettenschmierung auch von der Verwaltung der Reichsbahnen unternommen, und, da auch sie gute Ergebnisse aufwiesen, unter Beteiligung der Versuchsämter Göttingen und Potsdam in immer steigendem Umfang bis in die Neuzeit fortgesetzt worden. Sie haben dazu geführt, dafs seit dem 1. Juli 1923 alle neuen 20 t-Wagen mit der Rollenkettenschmierung ausgerüstet worden sind. Auch derjenige Teil der bisher in Dienst gestellten Grofsraumgüterwagen, der Gleitlager erhalten hat, ist mit der Rollenkettenschmierung versehen worden.

Bei den ersten Versuchswagen hatte man an der bisherigen Art der Achsbüchsdichtung Änderungen nicht vorgenommen. Nur hatte man Einrichtungen geschaffen, um das vom Lager ablaufende Schmieröl wieder in den Ölkasten zurückzuführen. Die ersten Versuche zeigten aber, dafs bei dieser unvollkommenen Art der Abdichtung sowohl am vorderen Achsbüchsdeckel wie namentlich am Staubringe bedeutende Ölverluste eintraten. Diese müssen aber bei der mechanischen Schmierung unbedingt vermieden werden, wenn man den Geboten der Betriebssicherheit und der Sparsamkeit Rechnung tragen will, wenn also Gewähr dafür geboten sein soll, dafs eine einmalige Füllung des Ölkastens der Achsbüchse für die reichlichere Schmierung des Lagers auf einen längeren Zeitraum hin unbedingt ausreicht.

So entsprang denn aus diesen Versuchen die Erkenntnis, dafs die Aufgabe der mechanischen Schmierung der Achslager ohne die gleichzeitige Herbeiführung einer dauernd vollkommenen Abdichtung der Achsbüchse und ohne den Einbau von Vorrichtungen, für eine sichere Rückführung des vom Lager ablaufenden und abspritzenden Öles zum Ölkasten nicht gelöst werden kann. An der Vorderseite der Achsbüchse kann bei guter Arbeit und der Verwendung guter öldichter Dichtungsringe ein vollkommener Abschlufs des Achsbüchsdeckels wohl erreicht werden, sofern man auf die für Zwecke der Nachschmierung vorgesehene und darum jetzt entbehrliche Öltülle verzichtet oder sie in irgend einer Weise staubdicht abschliefst. Die für die Rückführung des vom vorderen Achsschenkelbund ablaufenden Öles in den Ölkasten vorgesehene Kappe (Abb. 1) hat sich bewährt.

Als Ersatz für den hölzernen Staubring ist nach mehrfachen Wandlungen ein doppelwandiger Ring aus dünnem Eisenblech getreten (Abb. 2 u. 2a), der durch zwei an seiner Innenseite befindliche Blattfedern gegen die Innenseite der Aufsenwand der Staubringtasche geprefst wird. Zur Abdichtung gegen diese dient ein um den Rand des Ringes herumgelegter Filzring. Die Durchtrittsöffnung für den Notachsschenkel wird durch einen herumgelegten wulstförmigen Filzring sauber eingefafst, der sich schliefsend um den Schenkel legt. Das Gewicht des Dichtungsringes wird durch ein oben an der Innenseite des Ausschnittes befestigtes bogenförmiges Sattelstück aus Messing unmittelbar auf den Notschenkel übertragen und auf diese Weise der Filzring vor Abnutzung geschützt. Zum Abfangen des vor dem Lageranlauf abspritzenden oder zum Notachsschenkel übertretenden Öles dient ein am Staubringe oben federnd aufgehängter Ölabstreifring, welcher den Notschenkel kragenartig

umfaſst und unten einen Abstreifer trägt, der aus einem an der Auſsenseite liegenden sichelförmigen Ansatz des Ringes und zwei Paar schräg gestellten kurzen rechteckigen Leisten gebildet wird. Diese aus Messing hergestellten Teile legen sich unten an den Schenkel an und wischen von ihm das nach auſsen flieſsende Öl ab, das dann in den Ölkasten zurückfällt. Wie die Versuche der letzten Zeit ausweisen, gewähren Staubring und Ölabstreifring in ihrer jetzigen Gestalt einen völlig sicheren Schutz der Achsbüchse gegen Ölverluste und den Eintritt von Staub und Wasser.

Abb. 1. Lagergehäuse mit Rollenkettenschmierung.

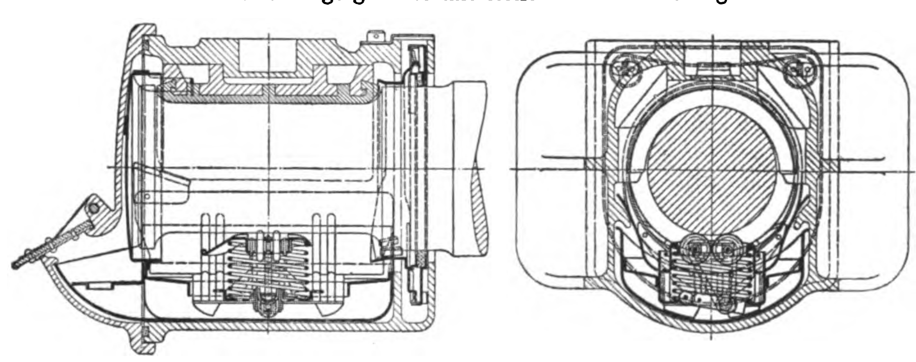


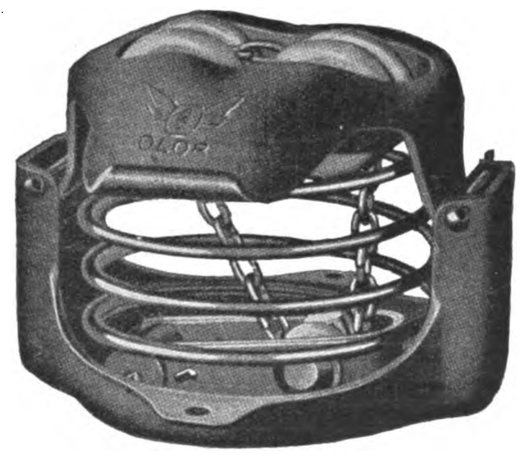
Abb. 2. Staubring (Innenseite).



Abb. 2a. Staubring (Auſsenseite).



Abb. 3. Rollenkettenapparat.



Der Rollenkettenapparat (Abb. 3) hat seit den ersten Versuchen nur einige unbeträchtliche Änderungen erfahren, die darin bestehen, daſs die Rollenkette zur Sicherung ihres ruhigen Laufes am unteren Ende eine Spannrolle erhalten hat und daſs zur besseren Sicherung der Kettenrollen gegen das Abheben vom Achsschenkel bei starken Stöſsen ihr Gewicht ermäſsigt und ihre Abfederung verbessert worden ist. Die Art ihres Einbaues bei der (Deutsche Wagenverbands)-Achsbüchse, der ohne irgendwelche Änderungen daran möglich ist, geht aus Abb. 3 hervor. Das Herausnehmen des Rollenkettenapparates zwecks Untersuchung des Lagers bietet keine gröſsere Schwierigkeit als das Herausnehmen des Schmierpolsters.

Die bis jetzt mit der Rollenkettenschmierung im Betrieb der Reichsbahnen angestellten Versuche und die dabei gewonnenen Erfahrungen haben dargetan:

1. Durch die Rollenkettenschmierung können die Achslager der Eisenbahnwagen bei nur geringem Ölverbrauch weit reichlicher und zuverlässiger geschmiert werden, als dies jetzt mittelst der Polsterschmierung bei weit stärkerem Ölverbrauch möglich ist.

2. Ein bedeutsamer Vorzug der Rollenkettenschmierung vor der Polsterschmierung liegt darin, daſs bei zunehmender Geschwindigkeit des Zuges infolge des schnelleren Umlaufes der Achsen auch die Menge des dem Lager zugeführten Öles gesteigert wird.

3. Ein Nachlassen der Schmierwirkung, wie es bei der Polsterschmierung infolge von Verharzung und Verschmutzung der Schmierpolster und Saugdochte unvermeidlich ist, tritt bei der Rollenkettenschmierung nicht ein.

4. Ölverluste, die bei der bisherigen Art der ungenügenden Abdichtung der Achslagerbüchsen eine häufigere Nachschmierung notwendig machen und darum einen starken Ölverbrauch hervorrufen, sind bei der für die Rollenkettenschmierung angewendeten verbesserten Abdichtung mittels Staubring und Ölstreifring fast ganz vermieden; sie betragen nach den neuesten Feststellungen im Monat nur 10 gr oder weniger.

5. Der Rollenkettenapparat und die abdichtenden Teile des Staub- und Ölabstreifringes sind einem so geringen Verschleiſs unterworfen, daſs nach den gemachten Erfahrungen ihre volle Betriebsfähigkeit während der dreijährigen Dienstdauer der Güterwagen sicher gewährleistet ist. Nach der Einführung der Rollenkettenschmierung wird daher infolge der stets reichlichen Schmierung der Lager mit einem geringeren Verschleiſs als bisher und sonach mit einer Ermäſsigung der Zahl der vorzeitigen Auſserdienststellungen von Wagen, wie auch mit einer Verminderung der Zahl der Heiſsläufer zu rechnen sein. Die bei den mit Rollenkette ausgerüsteten meist neuen Wagen mehrfach gemeldeten Heiſsläufer sind, wie die Untersuchungen gezeigt haben, nicht durch Fehler an der Rollenkettenführung hervorgerufen, sondern allermeist durch schlechte Arbeit oder Nachlässigkeiten (ungenügende Säuberung und Glättung der Achsschenkel, schlechtes Aufpassen der Lager usw.), die beim Einbau der Achsen vorgekommen sind.

6. Bei dem geringen Ölverbrauch der Rollenkettenschmierung können nach den im Betrieb gemachten Erfahrungen die mit Deutscher Verbands-Achsbüchse ausgerüsteten Güterwagen, ohne daſs ihre Nachschmierung erforderlich wäre, mindestens 1 Jahr im Betriebe gelassen werden. Nach Einführung der neuen Einheits-Achsbüchse, deren Ölvorrat auf 1500 gr — gegenüber 500 gr bisher — vergröſsert worden ist, werden demgemäſs die Wagen ohne Ölnachfüllung drei Jahre, also von einer Untersuchung bis zur andern, im Dienst bleiben können.

7. Für eine gute Schmierung der Wagenachslager haben sich bei Anwendung der Rollenkettenschmierung Teerfettöle und andere Schmieröle einheimischer Erzeugung als durchaus brauchbar erwiesen.

8. Beim Anfahren der Züge ist der Reibungswiderstand in den Lagern der mit Rollenkette geschmierten Wagen weit geringer als in den Lagern der Wagen mit Polsterschmierung,*) weshalb die aus Wagen mit Rollenkettenschmierung gebildeten Züge sich leichter werden anziehen lassen.

Hierzu muss noch bemerkt werden: Die guten Wirkungen der Rollenkettenschmierung sind durch die in den letzten 6 Jahren im Betrieb angestellten Beobachtungen und durch sorgfältige Messungen an den Prüfständen der Versuchsämter überzeugend nachgewiesen worden*). Die Eigenwiderstände des Lagers, welche durch den Grad ihrer Erwärmung in Erscheinung treten, nehmen ab mit der Dicke der Ölschicht, welche durch eine Steigerung der Ölzufuhr zwischen Lagerfläche und Achsschenkel eingeschoben wird, weil mit der zunehmenden Stärke der Ölschicht der Abstand der beiden Teile voneinander zunimmt und darum die Bewegungswiderstände abnehmen, die durch deren Unebenheiten bei ihrem Vorbeigange aneinander hervorgerufen werden.

Schon die von Tower um 1880 angestellten Versuche hatten ergeben, dafs ein Lager um so besser geschmiert ist, und seine Reibungswiderstände um so geringer sind, je mehr Öl ihm zugeführt wird. Dies ist auch bei der Beobachtung der Schmierwirkung der Rollenkette festgestellt worden. Die Reibungsziffer fällt auch bei den mit der Rollenkette geschmierten Lagern entsprechend der Steigerung der ihnen zugeführten Ölmenge. Die von Tower für das »Ölbad« ermittelte Reibungsziffer von 0,0014 kann auch bei dieser Schmierung erreicht werden. Darum eignet sich denn auch die Rollenkettenschmierung besser als die Polsterschmierung namentlich für alle Wagen von gröfserer Ladefähigkeit sowohl wie für solche, die mit gröfserer Geschwindigkeit gefahren werden müssen.

Es sollte erwogen werden, ob man nicht besser täte, bei den Grofsraumgüterwagen, die späterhin in Zügen mit erhöhter Geschwindigkeit befördert werden sollen, an Stelle der teuern Rollenlager Gleitlager mit Rollenkettenschmierung einzubauen, weil diese bei voraussichtlich gleich geringen Lagerwiderständen vor ersteren Wagen den Vorzug gröfserer Betriebssicherheit besitzen dürften. Wagen mit Rollenlagern oder Kugellagern bedeuten, wenn es unterlassen wird, bei ihrem Stillstande auf Bahnhofsgleisen sie festzulegen oder ihre Bremse anzuziehen, eine schwere Gefahr für den Betrieb, da sie bei ihren geringen Anfahrwiderständen sich durch Stofs oder Wind leicht in Bewegung setzen und so den Anlafs zu Zusammenstöfsen bilden können.

Die Frage der Verwendung von Teerölen zum Schmieren der Wagenachslager ist durch die Versuche mit der Rollenkette ihrer Lösung wesentlich näher gebracht worden. Bei den Versuchen, die Professor Dr. Kammerer von der Technischen Hochschule in Charlottenburg für die Zwecke der Aug. Thyssen-Hütte unternommen hat, um die Wirkungen der Rollenkettenschmierung und der Polsterschmierung bei Wagenachslagern zu vergleichen, und die Verwendbarkeit der Teerfettöle als Schmierstoff für Wagenachslager festzustellen, wurde auch von ihm die beträchtliche Überlegenheit der Rollenkettenschmierung bestätigt. Er gelangte dabei unter Anwendung der Rollenkette und von Teerfettöl zu Ergebnissen, welche die Towerschen Versuche noch übertrafen. Infolge der geringen Zähigkeit des benutzten Teerfettöles ging bei höherer Lagerwärme die Reibungsziffer bis auf 0,001 herunter.

*) Vergleiche Dr. Ing. Friedrich: „Die mechanische Schmierung der Eisenbahnachsen“ in Nr. 34 der Zeitschrift des V. d. J. 1924 Seite 879, bezw. 877 ff.

Infolge dieser Versuche hat um 1920 die Aug. Thyssen-Hütte sich entschlossen, bei einem Teile ihrer Wagen (A 1, A 10, SS und vierachsige Kübelwagen) 3000 Rollenkettenapparate einzubauen, bei denen als Schmierstoff in der Hauptsache Teeröl eigener Erzeugung verwendet worden ist. Die ausgerüsteten Wagen, bei denen die Schmiertülle des vorderen Lagerdeckels zugeschweifst worden ist, werden nur einmal jährlich geschmiert. Sie laufen in dem staubigen rauhen Betriebe der Hütte ohne Anstände. Nachdem die Einbauarbeiten infolge der Besetzung längere Zeit unterbrochen waren, sind sie neuerdings wieder aufgenommen worden. Es wurden schon im Frühling dieses Jahres 10000 neuer Apparate bestellt und es ist beabsichtigt, den gesamten Wagenbestand der Hütte mit der Rollenkettenschmierung auszurüsten.

Seitdem es unserer Industrie gelungen ist,*) ein Teerfettöl zu erzeugen, das gegen den Wechsel der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten weniger empfindlich ist und nicht mehr das Ausscheidungsvermögen besitzt, wie die früher in den Handel gebrachten Teeröle, ist auch für die Eisenbahnverwaltungen die Möglichkeit gegeben, in stärkerem Mafse zur Verwendung von Schmierölen einheimischer Erzeugung überzugehen. Ein erfreulicher Anfang ist durch die Verwendung des sog. Mischöles gemacht worden; es sollte aber in Anbetracht des durch die Wirtschaftslage geschaffenen Zwanges auf diesem Weg auch möglichst rasch vorangeschritten werden, indem man durch eine schnellere Einführung der Rollenkettenschmierung die Möglichkeit zur ausschliefslichen Verwendung des Teerfettöles schafft. Dieses Öl würde unvermischt zunächst nur in den Werkstätten verbraucht werden, da es bei der bahnamtlichen Untersuchung der Wagen in die Achslagerkasten eingefüllt werden soll. Für die Wagen mit Deutschen Wagenverbands-Achsbüchsen wäre am Ende noch eine Zwischenschmierung nach $1^1/_2$ Jahren einzuführen, für deren Ausführung sich einfache, sichere und wenig kostspielige Mafsnahmen werden treffen lassen.

Der Verbrauch des für die Herstellung von Mischöl noch erforderlichen ausländischen (amerik.) Mineralöls wird für die Übergangszeit ganz wesentlich dadurch eingeschränkt werden können, dafs man die starken Ölverluste, die bei der Abdichtung mit hölzernen Staubringen unausbleiblich sind, dadurch beseitigt oder wenigstens einschränkt, dafs man an seiner Stelle den für die Rollenkettenschmierung gebrauchten eisernen Staubring verwendet, der später beim Einbau der Rollenkette dann in Verwendung bleiben kann.

Mit dem Übergange zur Rollenkettenschmierung wird man auch der eingangs berührten Frage der Verwendung von Achslagerschalen aus Bleilegierungen, die ausschliefslich aus Inlandmetallen hergestellt sind, eine erneute Aufmerksamkeit zuwenden können. Bei den Versuchen, hier zu einer den Erfordernissen des Betriebes völlig entsprechenden Lösung zu gelangen, hat sich gezeigt, dafs die Gebrauchsdauer eines Lagers von der Höhe der in ihr auftretenden Reibungswiderstände, die durch den Grad ihrer Erwärmung in Erscheinung treten, in hohem Mafse abhängig ist. Sobald der Übergang zur besseren Schmierung der Achslager vollzogen ist, darf erwartet werden, dafs es gelingen wird, auf dem Wege des Versuches auch Legierungen aus einheimischen Metallen zu ermitteln, die bei Anwendung dieser Schmierung den Anforderungen des Betriebes durchaus genügen.

*) Vergl. Ed. Meyer, „Versuche mit Teerfettöl“, in Heft 6, Jahrgang 21 der „Verkehrstechnik“.

Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch Drehstromleitungen.

Ein weiterer Beitrag zu dieser Frage.*)

Von Regierungsbaurat **Odenbach** in Halle (Saale).

Hierzu Tafel 31.

Die Reichsbahnstrecke Cottbus — Senftenberg wird von einer 15 000 Volt-Leitung der Niederlausitzer Überlandzentrale, an mehreren Stellen gekreuzt. Die Hochvoltleitung hat zwischen den Kreuzungsstellen einen derartigen Abstand vom Bahnkörper, dafs eine Beeinflussung der am Bahnkörper verlaufenden Schwachstromleitungen zu erwarten war (siehe Abb. 1 auf Taf. 31 und Zusammenstellung 1), sobald in der Hochvoltleitung Fehler auftreten. Um die Stärke der Beeinflussung der Schwachstromleitungen durch die Hochspannungsleitung festzustellen, wurden Messungen vorgenommen. Besonderer Wert wurde auf die Wirkung einer Petersenspule gelegt. Aufserdem wurde das Hochspannungsnetz unter Gleichstrom gesetzt, um klar zu erkennen, dafs es hauptsächlich Induktionswirkungen sind, welche die Ströme in den Schwachstromleitungen hervorrufen.

Die Mefsinstrumente standen in einem besonderen Mefswagen, unter der Hochspannungskreuzung in km 67,7 (siehe Abb. 1, Taf. 31).

Als Mefsinstrumente dienten zur Feststellung der Stromstärken Dynamometer, zur Aufzeichnung der Stromkurven ein Oszillograph, zur Ermittlung der Phasenverschiebung ein Wattmeter, dessen Stromspule im Hochspannungskreis und dessen Spannungsspule im Schwachstromkreise lag. Der eine Erdschlufs des Hochspannungsnetzes wurde bei der Kreuzung in km 67,7 direkt am Mefswagen hergestellt, und zwar derartig, dafs die aus dem Mefswagen herausführenden Leitungen einerseits am Hochspannungsmast an einer Phase angeschraubt und andererseits unter dem Mefswagen mit den Schienen verbunden waren. Die Schwachstromleitungen waren in das Stellwerk Po auf Bahnhof Petershain eingeführt und von dort durch eine Doppelleitung zum Mefswagen geschaltet. Um die Schienenströme und deren Wirkung bei der Beeinflussung der Schwachstromleitungen feststellen zu können, wurden in km 63,8 die Eisenlaschen am Schienenstofs durch Holzlaschen ersetzt. An den Messungen beteiligten sich aufser Vertretern der Reichsbahndirektion Halle, Vertreter des Telegraphentechnischen Reichsamts in Berlin, der Studiengesellschaft für Hochspannungsanlagen in Berlin, die Firma Siemens & Halske, Wernerwerk, Berlin, A. E. G. Berlin, Kabelwerk Vogel, Berlin-Köpenick, die Niederlausitzer Überlandzentrale Calau, die Ilse-Bergbau-A.-G., Grube Ilse N. L. Die Mefsinstrumente hatten das Telegraphentechnische Reichsamt und die Firma Siemens & Halske zur Verfügung gestellt.

Zusammenstellung 1.

Verlauf der Schwachstromleitungen.

Leitung Nr.	von	bis	Länge des Parallelverlaufes	Mittlerer geometrischer Abstand
808	Cottbus	Po	7,830 km	325,5 m
808	Cottbus	Senftenberg	15,050 „	707,5 „
808	Po	Senftenberg	7,220 „	1663 „
315	Drebkau	Po	6,250 „	310 „
315	Drebkau	Bahnsdorf	12,700 „	699 „
315	Po	Bahnsdorf	6,450 „	1577 „

Die Versuche wurden ausgeführt bei:

1. Einphasigem Erdschlufs ohne Petersenspule,
2. Einphasigem Erdschlufs mit Petersenspule,
3. Zweiphasigem Erdschlufs bei Speisung mit Wechselstrom,
4. Zweiphasigem Erdschlufs bei Speisung mit Gleichstrom.

*) Vergl. Organ 1924, Seite 78.

Zu 1. In der Zentrale der Grube Erika (Ilse-Bergbau-A.-G.) arbeitet ein besonderer Generator auf ein Sammelschienensystem, welches nur die Versuchsleitung N. U. C. 2 speist, an welcher das etwa 700 km lange Netz hängt (siehe Abb. 2).

Zusammenstellung 2.

Einphasiger Erdschlufs **ohne** Petersenspule.

Nr.	Leitung	J_0 Amp.	J_s Amp	Induzierte E. M. K. Volt	Volt je 100 A.	Phase	Periode	Schiene
1	Cottbus Po	20,3	2	7,84	38,6	125° 50′	50	geschl.
2		19,8	0	9,15	45,7	●	50	offen
3	Cottbus—	20	0	9,5	47.5	132° 10′	50	offen
4	Senftenberg	19,9	0	9,41	47,3	134° 20′	50	offen
5		20,3	0	10,20	50,3	133° 50′	50	offen
6		20,25	2,7	8,43	41,7	135° 50′	50	geschl.
7		19,8	0	9.63	48,1	●	50	offen
8		19,9	●	8,40	42,2	136°	50	geschl.
9		11,6	●	4,24	36,6	130°	32	geschl.
10		0	●	1,47	●			geschl.
11	Po—	20,4	2	1,44	7,07	143° 10′	50	geschl.
12	Senftenberg	●	●	1,28	6,04	●	50	geschl.
13	Drebkau—Po	19,4	0	8,0	41,2	126° 40′	50	offen
14		20,0	0	8,1	40,5	126° 20′	50	offen
15		19,5	0	7,94	39,7	●	50	offen
16	Drebkau—	19.7	0	8,45	42,9	129° 10′	50	offen
17	Bahnsdorf	●	0	8,33	41,6	●	50	offen
18	Po—Bahnsdorf	●	0	0,93	4,6	●	50	offen

Bemerkung.

In den Zusammenstellungen 2—5 bedeutet ein Punkt in einer Spalte, dafs der Wert nicht abgelesen wurde — eine Null dagegen, dafs nichts ablesbar war

J_0 = Erdschlufsstrom, gemessen im Mefswagen.

J_s = Schienenstrom, gemessen bei km 63,8.

Die Mefsergebnisse enthält Zusammenstellung 2. Oszillogramm 1, Abb. 3, Taf. 31 stellt den Erdschlufsstrom der Hochspannungsleitung dar. Oszillogramm 2, Abb. 4, Taf. 31 gehört zum Mefswert 4.

Die grofse glatte Kurve darin zeigt den Erdschlufsstrom wie Oszillogramm 1, die kleine starke Kurve, die in der Schwachstromleitung induzierte E. M. K. Das Bild ermöglicht eine überschlägliche Kontrolle wattmetrischer Phasenmessung. Einer Periode (360 elektr. Graden) entspricht ein Zeitachsen-Abschnitt von 19,6 mm. Die maximale Amplitude der induzierten E. M. K. liegt um etwa 7,4 mm verschoben, so dafs ihre nacheilende Phasenverschiebung sich zu $7{,}4 \times 360 : 19{,}6 = 136$ Grad ergibt, während 134 gemessen wurden.

Im Oszillogramm 3, Abb. 5, Taf. 31 zeigt die grosse Kurve den Mefswert 5 bei nicht durchverbundenem Schienenstofs, die mittlere Kurve den Mefswert 6 bei durchverbundenem Schienenstofs. Der Ursprung der ausgeprägten Harmonischen war nicht zu ermitteln. Die scheinbare Frequenzverschiedenheit der Kurven rührt von der ungleichen Umdrehungsgeschwindigkeit der photographischen Trommel her. Die kleine Kurve ergibt die Restspannung in der Schwachstromleitung bei abgeschalteter N. U. C. 2, entsprechend Mefswert 10. Die Erklärung für diese Restspannung liegt darin, dafs aufser der Versuchsleitung N. U. C. 2 noch

eine weitere Hochspannungsleitung die Schwachstromleitungen beeinflufst, nämlich eine Hochvoltleitung von Grube Erika nach Grube Marga. Die Gröfse dieses Störungsstromes konnte nicht ermittelt werden.

Im Oszillogramm 4, Abb. 6, Taf. 31 zeigt die grofse Kurve wieder den Störungsstrom im Hochspannungsnetz, die kleine Kurve den Mefswert 8 mit ausgeprägten Harmonischen, deren Herkunft unbekannt blieb.

Das Oszillogramm 5, Abb. 7, Taf. 31 ist aufgenommen zu einer Zeit, in welcher der Generator der Grube Erika langsamer als normal läuft und die Frequenz des Hochspannungsnetzes nur 32 Perioden betrug. Die grofse dünne Kurve zeigt den Erdschlufsstrom des Hochspannungsnetzes, die kleine dicke Kurve den Mefswert 9.

Die Eisenbahnschienen führen einen induzierten Strom, welcher kompensierend auf die in den Schwachstromleitungen induzierten Spannungen wirkt, weil er dem Erdschlufsstrome der Hochvoltleitung angenähert entgegengesetzt gerichtet ist. Aus den Mefsreihen 1 und 2 bzw. 6 und 7 ist erkenntlich, dafs die in den Schwachstromleitungen induzierte Spannung um etwa 15 % bei geschlossenem Schienenstofs kleiner ist, als bei offenem Schienenstofs. Verringert man die Frequenz im Hochspannungsnetz von 50 auf 32 Perioden, so verringert sich die induzierte E. M. K. in den Schwachstromleitungen von 42,2 Volt/100 A. auf 36,6 Volt/100 A. (vergl. Mefswert 8 und 9).

Beide Erscheinungen beweisen die Annahme, dafs in der Hauptsache Induktionswirkungen die Beeinflussungen hervorrufen.

Zu 2. Die Petersenerdschlufsspule nimmt im Falle eines einphasigen Erdschlusses einen Strom J_0 auf, der dargestellt wird durch

$$J_0 = \frac{E_p}{\omega L_0},$$

wenn E_p die Phasenspannung, L_0 die Selbstinduktion der Erdspule und ω die Kreisfrequenz $= 2\pi \backsim$ ist. J_0 eilt E_p um 90 Grad nach. Der kapazitive Erdschlufsstrom J_e des Netzes ist gegeben durch die Ladeströme der Kapazität C der gesunden Phasen gegen Erde.

$$J_e = 3\,E_p\,\omega\,C.$$

J_e eilt E_p um 90 Grad voraus. Wenn nun J_e gleich J_0 gemacht wird, das heifst, wenn

$$L_0 = 1/3\,\omega^2 C$$

ist, verschwindet der Erdschlufsstrom (vgl. E. T. Z. Heft 10, Jahrg. 37, Seite 129). Spulenstrom J_0 und Erdschlufsstrom J_e enthalten aber aufser den wattlosen auch Watt-(Verlust-)komponenten. Die beiden phasengleichen Verlustkomponenten können aber nicht aufgehoben werden, ihre Summe fliefst über den Erdschlufspunkt. Aufserdem können die Oberwellen der kapazitiven Ladeströme nicht durch den fast oberwellenfreien Strom der Erdschlufsspule ausgeglichen werden. Verlustkomponenten und Oberwellen bilden den Reststrom, dessen Gröfse nach Messungen von Petersen bei 10 kV-Anlagen etwa bei 0,15 J_e liegt.

Zusammenstellung 3 enthält die Mefswerte bei eingeschalteter Petersenspule. Die Mefsreihe Nr. 19 zeigt, dafs infolge der verringerten Netzlänge die Abstimmung der Petersenspule auf die Netzkapazität nicht mehr vorhanden ist. Der Erdschlufsstrom beträgt noch 8,4 A.

Im Oszillogramm 6, Abb. 8, Taf. 31 zeigt die dünne Kurve diesen Erdschlufsstrom, die dicke Kurve die in der Schwachstromleitung induzierte E. M. K. Will man Petersenspule nud Leitungsnetz wieder in Resonanz bringen, so kann man dies erreichen, indem man die Periodenzahl ändert. Bei 35,4 Perioden (Mefswert 21 und 26) ist die Resonanz wieder hergestellt. J_0 ist gleich Null geworden.

Im Oszillogramm 7, Abb. 9, Taf. 31, welches dem Mefswert 21 entspricht, zeigt der Erdschlufsstrom (dünne Kurve) zwar noch geringe Werte, das Mefsinstrument zeigt aber keinen ablesbaren Wert. Die genaue Ablesung der Mefsinstrumente stiefs infolge der geringen Werte überhaupt auf Schwierigkeiten.

Zusammenstellung 3.

Einphasiger Erdschlufs mit Petersenspule.

Nr.	Leitung	J_0 Amp.	J_s Amp.	Induzierte E. M. K. Volt	Volt je 100 A.	Phase	Periode	Netzspannung
19	Cottbus—	8,4	1	2,7	32	124°	50	10 KV
20	Senftenberg	6,0	0,4	3,5	58,2	147°	31,7	10 „
21		0,●	●	2,5	●	●	35,4	10 „
22		10,2	●	3,5	34	128° 40′	50	13 „
23	Drebkau—Po	10 ●	●	3,6	36	●	50	>10 „
24	Drebkau—	3,2	1	2,5	31	●	50	10 „
25	Bahnsdorf	6,0	0,4	2,2	36	●	32	10 „
26		0	0	1,2			35,4	
27		10	1	3,6	36	●	50	>10 „
28	Po—Bahnsdorf	10	●	0,2	2	●	50	>10 „
29	Spremberg—	●	●	1,9	●	●	●	10 „
30	Drebkau	10	●	3,6	36	●	50	13 „
31	Spremberg—Bahnsdorf	10,2 ●	●	0,1	1	●	50	13 „

Die in der Zusammenstellung 3 für die induzierte E. M. K vermerkten Werte sind ebenso wie die Phasenwinkel sehr ungenau. Bei 32 Perioden (Mefswert 20 und 25) ist die Resonanz wieder überschritten. Oszillogramm 8, Abb. 10, Taf. 31 zeigt die zugehörigen Stromkurven.

Zu 3. In der Drehstromleitung wurde im Schalthaus Dörrwalde eine weitere Phase geerdet. Die Mefsanordnung im Mefswagen blieb die gleiche. Die in Zusammenstellung 4 enthaltenen Mefswerte zeigen, dafs die Werte der induzierten E. M. K. in derselben Gröfsenordnung liegen wie beim einphasigen Erdschlufs. Sie sind etwas kleiner, da durch einsetzenden Regen die Schienenströme gewachsen sind.

Zusammenstellung 4.

Zweiphasiger Erdschlufs bei Drebkau und Dörrwalde.

Nr.	Leitung	J_0 Amp.	J_s Amp.	Induzierte E. M K. Volt	Volt/100 A.	Phase
32	Cottbus—Po.	47,0	7,2	16,45	35,0	●
33	Cottbus—Senftenberg	46,7	7,2	17,5	37,5	130° 20′
34		47,0	7,2	17,22	36,7	●
35	Po—Senftenberg	47,0	7,4	2,55	5,43	●
36	Drebkau—Po	47,9	7,4	13,3	27,8	129°
37		47,0	7,2	12,6	26,9	●
38	Drebkau—Bahnsdorf	47,0	7,4	14,1	30,0	134° 40′
39		46,7	7,2	13,4	28,7	●
40	Po—Bahnsdorf	46,8	●	3,77	8,07	148° 50′
41	Cottbus—Spremberg	47,0	7,2	16,35	34,8	●
42	Drebkau—Spremberg	46,7	7,2	12,9	27,7	●
43		47,9	7,4	13,2	27,6	●
44		46,8	7,4	12,85	27,5	●
45	Bahnsdorf—Spremberg	47,9	7,4	2,01	4,22	●
46	Senftenb.—Spremb.	47,0	7,2	2,27	4,83	●

Zu 4. In der Zentrale der Grube Erika wird die Oberleitung der mit 1000 Volt Gleichstrom betriebenen Grubenbahn an die im Meſswagen geerdete Phase angelegt und die übrigen Phasen geerdet. Die Meſswerte enthält Zusammenstellung 5. Die abgelesenen Spannungswerte in den Schwachstromleitungen sind sehr ungenau.

Das Oszillogramm 9, Abb. 11, Taf. 31 entspricht dem Meſswert 52. Für den Gleichstrom (Starkstrom) ist die Nullinie unten, der Ausschlag bei 58,8 Amp. Erdschluſsstrom ist oben. Die mittlere Gerade stellt die Nullinie für die Schwachstromleitung dar. Die Leitung wird von einem ganz geringen Wechselstrom unbekannter Herkunft durchflossen.

Zusammenstellung 5.

Speisung der Drehstromleitung mit Gleichstrom.

Nr.	Leitung	J_o Amp.	J_s Amp.	Spannung zwischen den Leitungsenden Volt	Volt/100 A.
47	Gottbus—Po	59	9,2	— 0,686	— 1,08
48	Gottbus—Senftenberg	59	9,2	0,27	0,47
49		58,8	9	0	0
50	Po—Senftenberg	59	•	1,09	2,01
51	Drebkau—Po	58	8,8	4,73	8,16
52	Drebkau—Bahnsdorf	58,8	9,2	3,78	6,48
53		58	8,2	5,60	9,65
54	Po—Bahnsdorf	59	•	— 0,82	— 1,139
55	Cottbus—Spremberg	59	•	0,059	0,15
56	Drebkau—Spremberg	59	9,0	5,56	9,40
57	Po—Spremberg	59	9,0	— 0,79	— 1,34
58	Bahnsdorf—Spremberg	59	9,0	0,0	0,0
59	Senftenberg—Spremberg	58,8	9,2	0,293	0,496

Über die Meſsergebnisse ist folgendes zu sagen: In der eindrahtigen Streckenfernsprechleitung war während der Erdschlüsse im Hochspannungsnetz ein derartiges Geräusch vorhanden, daſs eine Verständigung ausgeschlossen war. Da einphasige Erdschlüsse bei den Drehstromnetzen nicht zu den Seltenheiten gehören und auch die Petersenspule die Erdschluſsströme bei Dissonanz zwischen Spule und Netz nicht aufhebt, so war die Doppelung der eindrähtigen Streckenfernsprechleitung geboten. Auf den eindrähtigen Morseleitungen und der eindrähtigen Läuteleitung wurden während der Versuche Störungen nicht beobachtet. Bei diesen beiden Leitungen kann also zunächst abgewartet werden, ob irgend welche Störungen sich bemerkbar machen; denn eine unmittelbare Betriebsgefahr liegt, falls Störungen wirklich auftreten sollten, nicht vor. Anders liegen die Verhältnisse bei den Blockleitungen. Eine geringe Dauer des Doppelerdschlusses genügt, das Blockfeld selbsttätig umzuwandeln. Unter Berücksichtigung des Umstandes, daſs bei Doppelerdschlüssen des voll belasteten Netzes die Stromstärken im Netze einen vielfachen Betrag der Versuchsstromstärke erreichen und unter Berücksichtigung der Tatsache, daſs Blockfelder schon bei 30 Volt ansprechen, ergibt sich die Notwendigkeit, die eindrähtigen Blockleitungen durch Doppelleitungen zu ersetzen.

Die in diesem Aufsatze beschriebenen Messungen, sowie die in Heft 4 dieser Zeitschrift auf Seite 78 veröffentlichten Messungen haben nebst den in der Zeitschrift für das gesamte Eisenbahnsicherungswesen Jahrgang 1922, Nr. 19/21 aufgeführten Versuchen dazu beigetragen, eine Klärung darüber zu schaffen, ob und wie stark Schwachstromleitungen durch Drehstromleitungen beeinfluſst werden können. Die erwähnten Versuche haben ferner eine weitere Unterlage bei den Beratungen über die in der E. T. Z. Jahrgang 1923, Seite 468 veröffentlichten »Leitsätze zum Schutze von Fernmeldeleitungen gegen die Beeinflussung durch Drehstromleitungen« gegeben. Auf Grund dieser Leitsätze ist es nunmehr den Eisenbahnverwaltungen eine leichte Aufgabe, Bedingungen festzulegen, unter welchen sie Starkstromkreuzungen mit anschlieſsenden Parallelführungen bei ihren Bahnanlagen dulden können.

Achsbrüche und Funkenprobe.

(Eine Erwiderung.)

Von Regierungsbaurat Dr. Ing. **Kühnel**, Eisenbahnzentralamt.

In Heft 10 Jahrg. 23 dieser Zeitschrift gibt Oberinspektor Bermann Ausführungen über die Ursachen des Bruches von Achswellen. Er ist der Ansicht, daſs das Versagen der üblichen Güteproben seine Veranlassung darin hat, daſs diese nicht an der Bruchstelle entnommen werden und macht hierbei auf die Funkenprobe aufmerksam, die seiner Ansicht nach sich inzwischen zu einem anerkannten Untersuchungsverfahren ausgebildet hat. Wie er angibt ist der Funkenprobe jeder Punkt der Oberfläche zugänglich, und da die Lichtlinien der Funkenbilder die geringsten Änderungen in der chemischen Zusammensetzung der Stahl- und Eisengattungen in deutlicher Weise anzeigen, so ist sie vorzüglich geeignet, den Grad der Ungleichmäſsigkeit von Stoffen zu bestimmen. Die Erkennungszeichen oder Merkmale der Hauptbestandteile der Eisengattungen Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Nickel, Chrom, Wolfram, Phosphor, Schwefel sind inzwischen von ihm festgestellt und so deutlich, daſs die Erkennung der einzelnen Eisengattungen keine Schwierigkeit bedeutet. Die Menge der Bestimmung der Bestandteile hingegen erfordert fachmännische Bildung und eine entsprechende Anzahl genau untersuchter Musterstahlreihen. Auf Grund dieser Betrachtungen ergibt sich für ihn die Überzeugung, daſs durch die Untersuchung der Bruchfläche die Ursache der Brüche in jedem Fall einwandfrei festgestellt werden kann, und daſs auf Grund der Erfahrungen die Lieferbedingungen in wünschenswerter Weise ergänzt werden können. An Beispielen wird dann gezeigt, wie bei der Verwendung der Funkenprobe unter Zugrundelegung kennzeichnender Bruchflächenbilder die Ursache der Oberfläche aufgedeckt worden wäre.

Achsbrüche kommen im Betriebe der Eisenbahnen wohl verhältnismäſsig selten vor, aber sie werden dann meistens die Möglichkeit einer Entgleisung bieten. Aus diesem Grunde ist es erwünscht, ihre Ursachen mit aller Deutlichkeit aufzuklären. Die Mechanisch-Technische Versuchsanstalt des Eisenbahn-Zentralamts ist daher seit längerer Zeit bemüht, alle als gebrochen gemeldeten Achsen einer möglichst eingehenden Untersuchung zu unterziehen. Im wesentlichen müssen wir uns der Äuſserung Bermanns anschlieſsen, daſs mit den üblichen Prüfverfahren öfters die Ursachen der Brüche nicht aufzuklären sind, wobei allerdings bemerkt sei, daſs es stets möglich ist, einen Längsschliff so zu legen, daſs etwaige Ungleichmäſsigkeiten des Bruches genau so gut untersucht werden können wie mit der Funkenprobe. Ehe auf die Bedeutung und Anwendbarkeit dieser Probe näher eingegangen wird, sei noch zu einigen Äuſserungen des Aufsatzes Stellung genommen, deren Übertragung auf deutsche Verhältnisse uns nicht geraten erscheint. Es ist nicht recht ersichtlich, weshalb eine kohlenstoffärmere Schicht der Achse das Fortschreiten der Kaltreckung während des Betriebes beschleunigen sollte. Man

vermag überhaupt der Annahme Bermanns, dafs die Belastung am äufseren Lagerrand eine (wenn auch) geringe Biegung der Achse hervorrufen sollte, nicht zu folgen. Eine derartige Biegung setzt solche Kraft voraus, dafs zunächst einmal wesentlich erhöhte Reibung und damit ein Warmlaufen des Lagers erfolgen müfste. Zudem zeigt die Betrachtung eines gelaufenen Lagers, dafs dieses die Last hauptsächlich in der Mitte aufnimmt, während der äufsere Lagerrand fast reibungsfrei bleibt. Die für eine Kaltreckung vorausgesetzten Kräfte kommen daher aus diesem Grunde nicht zur Wirkung. Für die Annahme der Entstehung eines groben Korns, das in der entkohlten Schicht durch Kaltverarbeitung sich bildet, bleibt der Versuch den Beweis schuldig. Wir haben eine derartige grobkristalline Zone in Achsen noch nicht beobachtet und sind uns Hinweise in der Literatur auf diese Erscheinung bei Achsen nicht bekannt. Weiterhin erscheint es recht fraglich, ob das streifenweise Fortschreiten eines alten Anbruchs in Zusammenhang steht mit der Kaltreckung der entsprechenden Innenzonen der Achse. Bei der Bewertung eines Dauerbruchs ist doppelte Vorsicht geboten, weil man in dem sogenannten alten Anbruch nicht mehr das Ursprungsbruchgefüge, sondern nur ein stark verändertes und verdecktes Bild desselben beobachtet. Es haben eben die beiden im Anrifs sich gegenüberstehenden Bruchflächen gegeneinander gearbeitet und hierbei entsteht naturgemäfs eine gänzlich veränderte Bruchfläche, deren Aussehen nicht mehr schliefsen läfst auf die Zusammensetzung des darunterliegenden Stoffes. Achsbrüche, die durch Hohlräume oder Lunkerbildung veranlafst waren, fanden wir selten, dagegen ergab sich öfters bei der Zerlegung alter Achsen, dafs solche Hohlräume und Faserstellen vorhanden waren, ohne dafs im Betrieb der Welle ein Bruch veranlafst worden war. Diese Hohlstellen liegen ja auch meist im Innern in der neutralen Zone und sind dort weniger gefährlich. Das schliefst nicht aus, dafs man ihr Vorkommen mit allen Mitteln bekämpft, denn über die Gröfse dieser Hohlstellen kann man naturgemäfs vor Zerlegung der Achse nicht unterrichtet sein. Zusammenfassend kann man sagen, dafs die von Bermann genannten Ursachen für deutsche Verhältnisse allem Anschein nach nicht in Betracht kommen. Wir vermögen uns auch nicht der Ansicht anzuschliefsen, dafs diese Arten von Werkstoffehlern auf dem üblichen Wege der mechanischen und Aufbauprüfung in einem einigermafsen eingerichteten Laboratorium ohne Anwendung der Funkenprobe nicht gefunden werden könnten. Es möchte jedoch nicht ausgeschlossen sein, dafs sich trotz Anwendung aller üblichen Prüfverfahren und selbst der Funkenprobe bei scheinbar einwandfreiem Material Achsbrüche zeigen, deren Ursache offenbar nicht in Fehlern des Werkstoffs zu suchen ist. Die Untersuchungen hierüber sind jedoch noch nicht genügend weit gediehen, um schon heute einen Beitrag zur Klärung dieser Frage zu geben. Immerhin kann es nur erwünscht sein, wenn durch den Aufsatz Bermanns über Achsbrüche schon die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf diesen Umstand gelenkt ist. Wir glauben jedoch nicht, dafs die Einführung der Funkenprobe hierbei zu neuen Erfolgen verhelfen wird, da wir auf Grund ziemlich ausgedehnter eigener Untersuchungen, die im »Eisenbahnwerk«, S. 80, Heft 7, 1923, beschrieben sind, zu dem Ergebnis gekommen sind, dafs die Funkenprobe nicht den Erwartungen entspricht, die man auf Grund der in Heft 10 enthaltenen Ausführungen hegen möchte. Man kann es sicherlich in der Kenntnis und Anwendung der Funkenprobe so weit bringen, dafs man aus einer vorhandenen Sammlung, an der man diese Studien gemacht hat, mit gewisser Sicherheit eine Reihe von Proben herausgreift. Aber die Möglichkeiten einer Veränderung des Funkenbildes sind bei den ziemlich zahlreichen Legierungsstoffen des Stahls und Sonderstahls zu vielseitig. Man kommt zu leicht zu Trugschlüssen, um so mehr, als die Erscheinungen einzelner Stoffe im Funkenbild die Kennzeichen anderer gleich falls vorhandenerBeimengungen überdecken. Wenn sich gelegentlich hier auf Grund jahrelanger Übung ein einzelner gewisse Fertigkeiten im Urteil erwirbt, so möchte man das etwa vergleichen mit der sogenannten Augendiagnose, die hin und wieder ein im Beobachten geschulter medizinischer Laie anwendet und mit der er in vielen Fällen auch das Richtige trifft. Trotzdem hat sich noch niemand veranlafst gefühlt, diese Art der Untersuchung zur allgemeinen Anwendung zu empfehlen. Es liefs sich bisher noch nicht feststellen, dafs sich die Funkenprobe in der deutschen Wissenschaft eines besonderen Ansehens erfreute, es möchte sogar scheinen, als ob das Gegenteil der Fall ist. Dies wird zum Teil darauf zurückzuführen sein, dafs mit an sich richtigen praktischen Untersuchungsbeobachtungen auf dem Kongrefs in Kopenhagen eine Theorie der Funkenprobe verbunden wurde, die in manchen Punkten nicht haltbar ist. So z. B. wird das Schmelzen des abfliegenden Spänchens vornehmlich zurückgeführt auf die Rekaleszenzerscheinungen*). Abgesehen davon, dafs diese Wärmetönung sehr schwach ist, tritt sie nur beim Abkühlen auf, verbraucht aber bei ansteigender Temperatur Wärme. Sie könnte demnach einer etwaigen Funkenausbildung eher hinderlich sein als sie fördern. Nach all dem mufs es scheinen, als ob die Bemühungen, der Funkenprobe eine allzu wissenschaftliche Bedeutung zu geben, ihrer Anwendung eher hinderlich sein werden. Wer mit den Hoffnungen, die der Aufsatz über Achsbrüche veranlassen mufs, die Einführung der Funkenprobe befürwortet, wird sich sicherlich enttäuscht sehen. So entsteht die Gefahr, dafs die Bemühungen Bermanns, der Funkenprobe weitere Geltung zu verschaffen, ins Gegenteil verkehrt werden. Diese Befürchtung war die Veranlassung, in den vorstehenden Zeilen den Ausführungen über die Funkenprobe entgegenzutreten, obwohl wir an sich mit dem Verfasser des Aufsatzes durchaus der Ansicht sind, dafs die Funkenprobe mehr Beachtung verdient. Sie wird aber immer dort enttäuschen, wo man zu viel aus ihr herauslesen will. Zur Untersuchung von schadhaften Werkstücken hat man im Laboratorium bessere Hilfsmittel und dort, wo man diese nicht hat, sieht man am besten von derartigen Prüfungen ab. Die Funkenprobe ersetzt das Fehlende dann auch nicht. Es sei daher im folgenden ausgeführt, wo die Anwendung der Probe voraussichtlich Erfolge bringt und wo sie dann entsprechend zu empfehlen ist. Sie gehört in den Betrieb und vor allem ins Werkstofflager. Hier fehlt es an einfachen, leicht fafslichen und schnell anwendbaren Prüfverfahren, die dem Prüfenden im Augenblick zeigen, ob z. B. ein Stück, das er gerade ausgeben will, ein Werkzeugstahl ist oder ob es zufällig aus Flufseisen oder vielleicht aus Sonderstahl besteht. Im Werkstofflager soll man also die Funkenprobe ausgedehnt anwenden und hier übertrifft sie an Einfachheit der Ausführung und Sicherheit des Ergebnisses alle anderen Verfahren. Es sei nicht verkannt, dafs in den sogenannten Schlag- und Fallhärteprüfern beachtenswerte Schnellprüfverfahren der Lagerverwaltung zur Verfügung stehen. Die Funkenprobe wird hier aber stets besser und schneller zum Ziel führen. Man mufs sich nur darauf beschränken, nur das aus ihr herauszulesen, was mit Sicherheit zu erkennen ist. Die Funkenbilder eines harten oder mittelharten Stahls und eines weichen Flufseisens unterscheiden sich sehr gut voneinander. Abweichungen von etwa 0,3 $^{0}/_{0}$ im Kohlenstoffgehalt vermag man demnach mit einiger Sicherheit herauszulesen, ebenso erkennt man sehr gut den Wolframgehalt**). Beschränkt man sich auf diese Feststellungen, so wird man auch mit einfachen, aber intelligenten Arbeitern eine sehr gute Lagerkontrolle durch-

*) V. d. I. 1909, S. 176.

**) Blaupausen können von der Mech.-techn. Versuchsanstalt des Zentralamtes Berlin gegen Erstattung der Kosten angefordert werden.

39*



führen können. Hierbei möchte die Frage aufgeworfen werden, ob eine solche eingehende Lagerkontrolle überhaupt notwendig ist und ob sich diese Aufwendung an Zeit und Arbeitskraft auch vertreten läfst. Das ist natürlich nur dort der Fall, wo ein hochwertiges und -beanspruchtes Erzeugnis im Betriebe einer weiteren Verarbeitung, vornehmlich einer Wärmebehandlung unterworfen wird. Man kann sich in diesem Fall nicht darauf verlassen, dafs dem Werk ja bei der Abnahme geprüftes Material von der Hütte angeliefert wird. Die Möglichkeit, dafs für irgendeinen Zweck irrtümlich ein der Zusammensetzung nach nicht geeigneter Stahlblock mit ausgewalzt wird, ist bei der grofsen Produktion der Eisenhüttenwerke vorhanden und wird sich nie ganz ausschalten lassen. Auch Fehlgriffe beim Versand und bei der Sichtung im eigenen Lager sind möglich. So kommt es, dafs die Klagen über ungeeignetes Material bei der Werkzeugstahlfertigung, bei Blatt- und Pufferfedern und bei Einsatzmaterial nicht abreifsen. Vielfache Untersuchungen bei derartigen Beanstandungen haben erkennen lassen, dafs ein beträchtlicher Prozentsatz von Brüchen und vorzeitigem Versagen von Triebwerks- und Federungsteilen hätte vermieden werden können, wenn eine gute Lagerkontrolle vorhanden gewesen wäre. Findet sich z. B. unter Werkzeugstahl Flufseisen der gleichen Abmessung, so kann natürlich der Härter daraus keine brauchbare Feder oder kein brauchbares Werkzeug herstellen. Andrerseits kommt es nicht selten vor, dafs der Einsatzhärtung statt weicherem Eisen Werkzeugstahl verabfolgt wird. Dieser reifst natürlich schon bei der Härtung, ohne dafs diese Härterisse immer gleich erkennbar sind. Ist nun aus diesem Stoff z. B. ein Kreuzkopfbolzen hergestellt, so bricht dieser später im Betrieb möglicherweise während der Fahrt und schwere Zerstörungen im Betrieb oder gar beklagenswerter Unfälle sind die Folge. Bislang standen uns schon drei Fälle von Schnellzugslokomotiven zur Untersuchung, in denen schwere Maschinenschäden, glücklicherweise ohne Verlust von Menschenleben, die Folge von Kreuzkopfzapfenbrüchen waren. In allen Fällen war ein Einsatzmaterial von 0,5, teilweise sogar von 0,65 % Kohlenstoffgehalt verausgabt worden. Bei solchen Teilen sollte die Prüfung durch die Funkenprobe geradezu Vorschrift werden angesichts der Schäden, die bei Mifsgriffen hier den Eisenbahnverwaltungen entstehen können. Pufferstangen sind übrigens auch ein Erzeugnis, bei dem die Anwenduug der Funkenprobe grofse Vorteile verspricht. Wie oft mufs ein Wagen wegen gebrochener Pufferstange der Werkstätte vorzeitig zugeführt werden, weil zu harter Werkstoff hier zum baldigen Bruch die Veranlassung war. Nicht selten gibt sich alsdann die Schmiede noch die gröfste Mühe, dieses zu harte Material mit aller Kunst zusammenzuschweifsen. Selbverständlich erfolgt der Bruch bei nächster Gelegenheit wieder. Eine Übersicht über die Zahl der Pufferstangenbrüche und die hierdurch verursachten Kosten wäre wahrscheinlich für die Betriebsverwaltungen sehr überraschend und würde der Funkenprobe zur baldigen Anwendung verhelfen. Für Altstoffverwertung ist schliefslich die Funkenprobe geradezu das gegebene Mittel, um Stoff ungeeigneter Zusammensetzung von der Weiterverarbeitung auszuschliefsen.

Die Eisenbahnfähre Harwich-Zeebrügge und ihre Vorläufer.

Von Geheimem Regierungsrat **Wernekke**, Berlin-Zehlendorf.

Wenn man die Eröffnung des Betriebes auf der Strecke Stockton-Darlington im Jahre 1925 als den Ausgangspunkt des heutigen Eisenbahnwesens ansieht, so mufs es auffallen, dafs es fast ein Menschenalter, genauer 26 Jahre, gedauert hat, ehe Einrichtungen getroffen wurden, um Eisenbahnwagen mit ihrer Ladung über das Wasser zu befördern. Seinen Grund hatte das augenscheinlich darin, dafs die Eisenbahnen zunächst zur Beförderung von Kohle vom Schacht zum Schiff dienen sollten, dafs also gar kein Bedürfnis vorlag, das Gut im Eisenbahnwagen weiter als bis an die Wasserkante zu befördern. Erst als die Eisenbahnen einen solchen Umfang annahmen, dafs von beiden Seiten Eisenbahnstrecken an schiffbare Gewässer herantraten, die beim damaligen Stande des Brückenbaues nicht überbrückt werden konnten, machte sich das Bedürfnis geltend, die stumpf endigenden Eisenbahnen so miteinander in Verbindung zu bringen, dafs Wagen mit ihrer Ladung über das Wasser übergeführt werden konnten. Auch hier ging die Entwicklung, wie bei den Eisenbahnen überhaupt, vom Güterverkehr aus, und erst später kam man auf den Gedanken, auch den Reisenden die Möglichkeit zu bieten, einen Flufs, einen Meeresarm oder Meeresteil, über den keine Brücke führt, zu überschreiten, ohne den Eisenbahnwagen verlassen zu müssen. Viele der älteren Eisenbahnfähren sind aber beseitigt und durch Brücken ersetzt worden, als der Brückenbau sich soweit entwickelt hatte, dafs er sich an Aufgaben heranwagen konnte, die früher für unlösbar galten.

Die erste Eisenbahnfähre war die Vorläuferin der heutigen Forthbrücke. Sie wurde 1851 in Betrieb genommen und hat 40 Jahre lang dem Güterverkehr der Nordbritischen Eisenbahn gedient, indem auf ihr die Güterwagen zwischen Granton und Burntisland über den an dieser Stelle 8,8 km breiten Firth of Forth befördert wurden; nunmehr ist sie durch das bekannte Brückenbauwerk ersetzt. Ebenso ist es der Fähre über den Forth of Tay ergangen, auf dem von 1852 an bis zum Bau der namentlich durch ihren Einsturz bekannt gewordenen Brücke Güterwagen zwischen Tayport und Broughty Ferry über die 1,4 km breite Wasserfläche übergesetzt wurden. Ähnliche Anlagen sind dann noch in Holland, an verschiedenen Stellen — Bonn, Ruhrort u. a. — über den Rhein, über die Elbe bei Lauenburg, über die Donau, den Bodensee und einige Schweizer Seen, auch über die Ostsee geschaffen worden. Während des Krieges wurde auf der unteren Donau von österreichischen Truppen eine Eisenbahnfähre zwischen Giurgiu auf rumänischer und Ruscuk auf bulgarischer Seite betrieben; sie hatte die Eigentümlichkeit, dafs, abweichend wohl von allen anderen derartigen Fähren, auf ihr die Gleise quer zur Längsrichtung des Schiffs lagen. Hierdurch wurde das Auf- und das Abfahren der Wagen sehr erheblich erleichtert. Das Schiff legte längsseits an einer Landebrücke an, und zwar so, dafs zunächst das am weitesten stromauf gelegene Gleis vor die Brücke zu liegen kam. Nachdem dieses Gleis bedient war, liefs man das Schiff um eine Gleisbreite stromabwärts treiben, so dafs das nächste Gleis auf dem Schiff den Anschlufs an die Brücke fand.

Die grofsartigsten Anlagen von Eisenbahnfährschiffen finden sich in Nordamerika, namentlich auf den dortigen grofsen Binnenseen. Auf dem Michigansee werden auf einer solchen Anlage die Eisenbahnwagen auf 386 km Entfernung zu Wasser befördert, und bei einer ganzen Anzahl ist der Wasserweg 80 bis 150 km lang. Für diese Fähren lag allerdings kaum eine zwingende technische Notwendigkeit vor; man hätte die Güter auch um den See herum befördern können, doch wollte man es jedenfalls vermeiden, sie auf eine Wettbewerbstrecke übergehen zu lassen. Weitere Fähren bestehen oder bestanden in San Francisco, wo um 1880 ganze Schnellzüge nach und von Oakland übergesetzt wurden, Philadelphia und New York; die letzteren sind jetzt zum Teil durch Unterwassertunnel ersetzt. In Amerika sei noch der Fährverkehr über den Parana zwischen Entre Rios und Buenos Aires genannt. In Asien findet sich eine Eisenbahnfähre, zugleich Eisbrecher, auf dem Baikalsee. In Afrika ist vorgeschlagen worden, die grofsen Seen, die im Zuge der Eisenbahnverbindung Kap-Kairo liegen,

durch Einschalten von Fährstrecken in den durchgehenden Verkehr einzubeziehen.

Doch zurück zu Europa. Geradezu als Kuriosität kann es hier wohl gelten, dafs sich auf Rügen eine Fähranlage für eine Kleinbahn findet, die Wittower Fähre im Zuge der Kleinbahn Bergen-Altenkirchen. Rügen steht bekanntlich auch mit dem Festlande durch die Fähre Stralsund-Altefähr in Verbindung; vor dem Kriege bestand die Absicht, hier das Meer durch eine Brücke zu überqueren, doch wird die Ausführung infolge der veränderten Zeitverhältnisse wohl auf lange, wenn nicht auf alle Zeit zurückgestellt sein. Das Ostseegebiet hat überhaupt für den Eisenbahnfährverkehr besondere Bedeutung. In Dänemark bestehen eine ganze Anzahl solcher Verbindungen über Meeresflächen von 2,5 bis 42 km Breite. Die bekanntesten derartigen Anlagen sind aber die beiden dem Durchgangsverkehr zwischen Deutschland und den nordischen Ländern dienenden Fähren Safsnitz—Trälleborg und Warnemünde—Gjedser. Auf der ersteren dauert die Seefahrt über die 107 km lange Wasserstrecke 4 Stunden, auf der letzteren werden in $2^1/_4$ Stunden 42 km zurückgelegt.

Als ein kühner Plan sei noch die Fährverbindung zwischen England und Schweden genannt, die Immingham mit Gothenburg verbinden sollte; der Wasserweg wäre 805 km lang. Der Plan ist aber wieder eingeschlafen; der zu erwartende Verkehr hätte die hohen Anlagekosten nicht zu rechtfertigen vermocht.

Dafs es zwischen England und dem Festlande nicht schon längst eine Fährverbindung gibt, ist eigentlich erstaunlich. Der nötige starke Verkehr, eine Vorbedingung für jede derartige Anlage, war vorhanden; dafs die technischen Schwierigkeiten nicht unüberwindlich sind, ist nunmehr durch die Tat bewiesen, wenn es nach Würdigung der vorstehend angedeuteten Anlagen dieses Beweises noch bedurft hätte. Viele von den älteren Fähren sind den Gefahren einer Seefahrt mindestens ebenso stark ausgesetzt wie diejenige zwischen England und dem Festlande, die Schwankungen des Wasserspiegels, deren Ausgleich eine der Hauptschwierigkeiten bei der Anlage und beim Betrieb einer Eisenbahnfähre sind, sind hier nicht gröfser als dort, und eine Fahrt über die nordamerikanischen Seen kommt, was die Gefährdung durch Wind und Wetter, Wellenschlag und ähnliche Einflüsse anbelangt, einer Fahrt über das offene Meer sicher gleich.

Der Grund, weshalb man nicht schon früher eine Fährverbindung zwischen England und dem Festlande geschaffen hat, mag zum Teil auf politischem Gebiete gelegen haben. Bekanntlich setzt die englische Regierung dem Bau eines Tunnels unter dem Ärmelkanal dauernd heftigen Widerstand entgegen, so eifrig dieser Plan auch aus den Kreisen englischer und französischer Eisenbahnen betrieben wird. Man fürchtet, durch diese Verbindung mindestens eines Teils der Vorzüge verlustig zu gehen, die die Insellage für England mit sich bringt. Ähnliche Gründe mögen auch dafür mafsgebend gewesen sein, dafs man dem Gedanken einer Fähre nicht schon eher nahegetreten ist. Im Kriege, der viele Werte umgewertet hat, mufste England seine Anschauungen auch auf diesem Gebiet umstellen. Die Versorgung seiner Heere in Frankreich und im Südosten, namentlich auch seiner Eisenbahntruppen mit Betriebsmitteln, gab Anlafs, Vorkehrungen zu treffen, um Eisenbahnfahrzeuge über den Kanal überführen zu können, und alle Schwierigkeiten, die dem im Wege standen, mufsten überwunden werden. In Southampton und Richborough auf englischer Seite, in Calais und Dieppe auf französischer Seite wurden die nötigen Landeanlagen geschaffen, nennenswerte Bedeutung hat aber nur der von Richborough ausgehende Verkehr erlangt. Dieser kleine Fischereihafen, zwischen der Themsemündung und Dover gelegen, wurde zu einem grofsen Umschlagplatz für Heeresbedürfnisse ausgebaut. Der geheimnisvolle Schleier, der ihn wie alle für den Krieg geschaffenen Anlagen umgab, hat ihm den Beinamen »The Mystery Port« eingetragen. Ein Teil der für den Kriegsverkehr geschaffenen Anlagen ist, an andere Stelle versetzt, nunmehr für friedliche Zwecke nutzbar gemacht worden.

Am 24. April d. J. ist der Fährverkehr Harwich—Zeebrügge mit einer Feierlichkeit auf beiden Seiten eröffnet worden. Hüben und drüben haben Prinzen des englischen und des belgischen Königshauses daran teilgenommen. In Harwich hat der Verkehrsminister Gosling, der, aus dem Stande der Londoner Hafenarbeiter hervorgegangen, dem Wasserverkehr besonderen Anteil entgegenbringt, in einer Rede auf die durch die Fähre erschlossenen Verkehrsmöglichkeiten hingewiesen. Abgesehen von Rufsland und Spanien mit ihren Breitspurbahnen steht nunmehr das ganze festländische Europa mit England in Schienenverbindung, und über Konstantinopel hinaus kann der durchgehende Verkehr noch nach Asien fortgesetzt werden.

Zur Schaffung der nötigen Anlagen und zum Betriebe der Eisenbahnfähren wurde in England eine besondere Gesellschaft gegründet, die aber durch ihren Namen — Great Eastern Train Ferries Limited — zum Ausdruck bringt, in wie engem Zusammenhang sie mit der ehemaligen Grofsen Ostbahn steht, die jetzt einen Teil der London und Nordostgruppe der englischen Eisenbahnen bildet. Ihr Aktienkapital beträgt 400 000 £, die nach einem in England verbreiteten Gebrauch auf Stücke zu je 1 £ verteilt sind. Auf belgischer Seite steht ihr die Société Belgo-Anglaise des Ferry-Boats gegenüber. Geniefst die englische Gesellschaft die Unterstützung der Nordostbahn, die auch den Betrieb leitet, so stehen hinter der belgischen Gesellschaft die belgischen Staatsbahnen. Die englische Gesellschaft hat die drei Fährdampfer erworben, die im Jahre 1917 für die erwähnte Fährverbindung für Kriegszwecke gebaut worden waren, und dazu auch einen Teil der Landeanlagen, soweit diese in schwimmenden Bauten bestehen. Bei der Überführung von Southampton an die neue Verwendungsstelle waren diese Anlagen kurz vor Erreichung des Ziels gesunken, die Landebrücke konnte aber wieder gehoben werden, während die zugehörigen Maschinen, Hebezeuge für die Brücken u. dgl. dauernd verloren sind. Für sie mufste durch Abbau der entsprechenden Vorrichtungen in Richborough Ersatz geschaffen werden. Die Eröffnung des Fährbetriebs erlitt dadurch und durch den Ausstand bei den englischen Eisenbahnen im Januar einige Verzögerung. Der belgischen Gesellschaft stellen die belgischen Staatsbahnen einen Park von Güterwagen gegen eine geringe Entschädigung für den Betrieb der Fähre zur Verfügung. Eine der Schwierigkeiten, die bei Schaffung des Fährverkehrs zu überwinden waren, bestand nämlich darin, dafs der Lichtraum des über dem Gleis freizuhaltenden Raumes in England kleiner ist als auf dem Festlande, so dafs nicht alle festländischen Wagen auf die englischen Bahnen übergehen können. Für Kriegszwecke war nun ein Güterwagenpark von 15 000 Stück in Verbindung mit den Fähren in solchen Abmessungen geschaffen worden, dafs dem Übergang keine Hindernisse im Wege stehen; diese Güterwagen sind dem belgischen Wagenpark einverleibt worden, und von ihnen sind nunmehr 5000 dem Fährunternehmen überlassen worden, während die übrigen in Reserve gehalten werden. Die Fährgesellschaften zahlen für diese Wagen eine monatliche Miete von 50 Franken, wofür sie auch unterhalten und ausgebessert werden. In Brüssel ist ein Wagenamt zur Überwachung des Verkehrs mit diesen Wagen und zu ihrer Verteilung eingesetzt worden.

Für die Wahl von Harwich als englischer Ausgangspunkt für den Fährverkehr war neben den Vorzügen des dortigen Hafens, der geeignete Tiefe des Fahrwassers mit ausgiebigem Schutz vereinigt, auch der Umstand mafsgebend, dafs von dort nicht nur London, sondern auch das Industriegebiet von Mittelengland bequem zu erreichen ist, während von den Häfen am Kanal, wie Dover, Folkestone usw., wo die Überfahrt kürzer

wäre, zwar mit London ebenfalls gute Verbindungen bestehen, der jenseits London gelegene Teil von England aber schwerer zugänglich ist. Aufserdem besafs der Hafen von Harwich bereits ausgiebige Anlagen für den Güterverkehr nach dem Festlande, weil die ehemalige Grofse Ostbahn schon von jeher von dort aus einen lebhaften Güterdienst nach dem festländischen Europa betrieben hat. Auf Zeebrügge fiel die Wahl als Gegenhafen deshalb, weil die dortigen Anlagen noch nicht voll ausgenutzt sind, also die Möglichkeit bieten, noch einen neuen Verkehr aufzunehmen, was bei den vollentwickelten älteren Häfen nicht der Fall gewesen wäre. Aufserdem besitzt Zeebrügge günstigen Eisenbahnanschlufs, der allerdings für die Zwecke des Fährverkehrs noch ausgestaltet und erweitert werden mufste. Die hierfür nötigen Bauausführungen haben die belgischen Staatsbahnen auf eigene Kosten übernommen.

In Harwich ist neben dem für den Personenverkehr nach dem Festlande dienenden New Pier, der allerdings seinem Namen insofern widerspricht, als er nicht mehr neu ist, die Landeanlage so eingebaut worden, dafs der Fährverkehr den Personenverkehr nicht stört. Auf dem Stadtbahnhof von Harwich reichen die Nebengleise aus, um die Wagen für den Fährverkehr aufzunehmen; sie sollen diese Gleise nur wenig belasten, da bei Abwicklung des Verkehrs auf Schnelligkeit grofser Wert gelegt wird und ein Abstellen der Wagen auf längere Zeit daher nicht in Frage kommt.

Das Fährbett in Harwich ist dasjenige, das ebenso wie die dortige Landebrücke früher in Southampton für Heereszwecke errichtet worden war. Seine beiden Arme sind auf Eisenrohrpfählen gegründet; der längere Arm ist 137 m, der kürzere 33,6 m lang. Die Verbindung zwischen dem festen Teil der Landegleise und den Fährschiffen stellt eine 200 t schwere Brücke von 36,6 m Länge von Auflager zu Auflager her. Auf ihr liegen zwei Gleise in 3,5 m Abstand. Am Landende ist die Brücke gelenkig gelagert, so dafs sie den Bewegungen der Schiffe, die durch die Verschiedenheit des Wasserstandes bei Ebbe und bei Flut verursacht werden, folgen kann. Sie kann dabei eine Neigung von 1 : 20 annehmen, also Wasserspiegelschwankungen bis etwa 3,6 m ausgleichen. Die Lagerung läfst auch seitliche Neigungen bis 5° nach Steuerbord und Backbord zu, damit die Brücke auch die Bewegungen mitmachen kann, die einerseits der auf das Fährschiff wirkende Wellenschlag, andrerseits eine ungleiche Belastung der beiden Gleise auf dem Deck verursacht. Die Brücke hängt mit Drahtseilen, durch Gegengewichte ausgelastet, an zwei Türmen von 12,8 m Höhe, die in 11 m Abstand von Achse zu Achse stehen und 1,7 × 1,7 m Grundfläche haben. Das äufsere Brückenende wird durch einen Elektromotor von 20 PS mittels Schneckenantrieb gehoben und gesenkt; aufserdem ist Handantrieb vorgesehen, der von zwei Mann bedient werden kann.

In Zeebrügge waren die baulichen Anlagen erheblich einfacher, weil hier der Landeplatz der Fähre hinter der Hafenschleuse liegt, so dafs auf das Wechseln des Wasserstandes bei Ebbe und Flut keine Rücksicht genommen zu werden braucht. In einem Seitenbecken des Hafens liegt das Fährbett so, dafs es sich an die Kaimauer anlehnt; es besteht aus Eisen, Holz und Beton. Das umliegende Gelände liegt tief und mufste aufgehöht werden, um die Zufahrtgleise zum Fährbett und die Abstellgleise aufzunehmen.

Von den drei Fährdampfern sollen zwei den regelmäfsigen Dienst, sechs Hin- und Herfahrten wöchentlich, versehen, während der dritte zur Aushilfe dient. Sie sind im Jahre 1917 für den Heeresfährverkehr gebaut und nunmehr wie ein Teil der baulichen Anlagen vom Fährunternehmen erworben worden. Ganz aus Eisen bestehend, entsprechen sie den Lloydvorschriften für Schiffe, die für den Verkehr über den Kanal bestimmt sind. Ihre Länge beträgt 110,9 m über alles, ihre Breite 18,75 m, der Tiefgang beladen 2,9 m, die Wasserverdrängung 3654 t. Sie legen den 132 km langen Seeweg mit 12 Knoten Geschwindigkeit zurück. Auf dem Deck verzweigen sich die zwei Gleise, die an den Enden den zwei Gleisen auf den Landebrücken gegenüberstehen, in vier Gleise von zusammen 342 m Länge, die 54 10 t-Wagen aufnehmen können. Zum Antrieb dienen Doppelschrauben, die von Dampfmaschinen mit dreifacher Dampfdehnung in Umdrehung gesetzt werden. Die vier Kessel werden mit Öl beheizt, der Kesseldruck beträgt 12,65 at. Zwischen den Kesseln liegen die Ölbehälter, die 86 cbm Öl fassen. Vier Spills, von denen jedes einen Zug von 20 t ausüben kann, dienen zum Verholen der Schiffe beim Anlegen und können auch dazu benutzt werden, die Wagen zwischen Schiff und Landebrücke zu befördern.

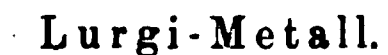
Man erwartet für die Fähren, die nur für den Güterverkehr bestimmt sind, einen lebhaften Verkehr, in erster Linie mit Gütern, die leicht verderben, also schnell befördert werden sollen oder zerbrechlich sind, bei denen also das Umladen schwierig ist. Es kommen mithin zunächst Lebensmittel, wie Eier, Obst, Gemüse, Molkereierzeugnisse in Frage, die England in grofsen Mengen aus der Tschechoslowakei, aus Rumänien und namentlich aus Italien einführen mufs. In Mailand ist eine besondere Gesellschaft, die Ferry Boats Company of England, zur Förderung des Lebensmittelverkehrs zwischen Italien und England gegründet worden, bei der ein zweites Wagenamt zur Regelung des italienischen Verkehrs eingesetzt ist. Neuer Verkehr wird sich neben dem bereits bestehenden, der nur in andere Bahnen gelenkt wird, voraussichtlich entwickeln, wenn erst in England die Erkenntnis durchdringt, welche Vorteile durch das Vermeiden des Umladens zu erzielen sind; auch die schnellere Beförderung infolge des Wegfalls des durch das Umladen verursachten Zeitverlusts wird fördernd auf den Fährverkehr wirken und Verkehr anlocken. Endlich erwartet man, dafs sich auch der englische Lokomotiv- und Wagenbau der Fähren bedienen wird, um seine Erzeugnisse, die festländische Bahnen bei ihm bestellt haben, abzuliefern statt sie, wie bisher, mit Hilfe von Hebezeugen auf behelfsmäfsig für diesen Zweck eingerichteten Schiffen auszuführen; dadurch soll die Wettbewerbsfähigkeit des englischen Betriebsmittelbaus für festländische Lieferungen erhöht werden. Bisher bestand für diese Zwecke eine behelfsmäfsige Anlage in Immingham, die ebenfalls für das Fährunternehmen erworben worden ist und für allgemeine Verkehrszwecke ausgenutzt werden soll. Jeder Fährdampfer kann bei jeder Fahrt 800 bis 1000 t Nutzlast mitführen, so dafs ein sehr erheblicher Verkehr mit diesen Schiffen bewältigt werden kann.

Zuschriften an die Schriftleitung.

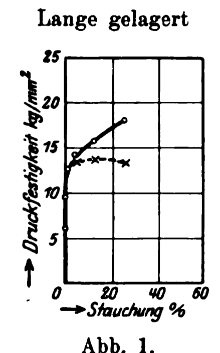
Unter dem Titel „Untersuchungen über Lagermetalle für den Eisenbahnbetrieb“ ist in Heft 3, Seite 60 eine Arbeit von Ing. Karafiat erschienen, in der, worauf es hier lediglich ankommt, unter anderen Lagermetallen dem Lurgimetall seine Brauchbarkeit für den Eisenbahnbetrieb wegen zu niedriger Festigkeit und Elastizitätsgrenze abgesprochen wird. Es finden sich in dieser Arbeit in Abb. 2 eine Reihe von Messungen über Druckfestigkeit — Stauchfähigkeit von einer Anzahl Lagermetallen, die wegen des ungewöhnlichen Verlaufs der Kurven und der Unwahrscheinlichkeit der Resultate zur Kritik herausfordern.

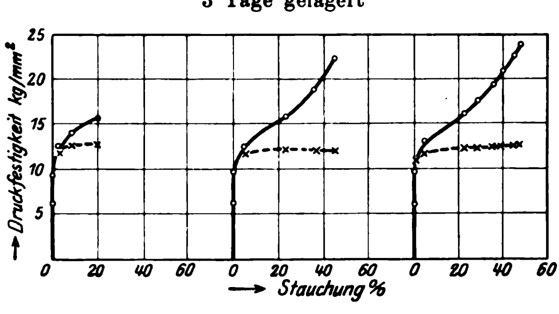
Es schien wünschenswert die Verhältnisse klarzustellen, weshalb ich auf Wunsch der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft A.-G., Frankfurt a. M. in deren Laboratorium eine Anzahl Versuche durchgeführt habe, über die hier kurz berichtet werden soll.

Zunächst wurden aus willkürlich ausgewählten kleinen Lurgiblöckchen, die lange Zeit gelegen hatten, kleine Stauchkörper der Dimensionen 20 mm Höhe und 20 mm Durchmesser herausgeschnitten und das nominelle und effektive Stauchdiagramm aufgenommen. Der aktuelle Querschnitt wurde dabei zum Teil direkt gemessen und auch unter der so gut wie völlig zutreffenden Annahme der Konstanz









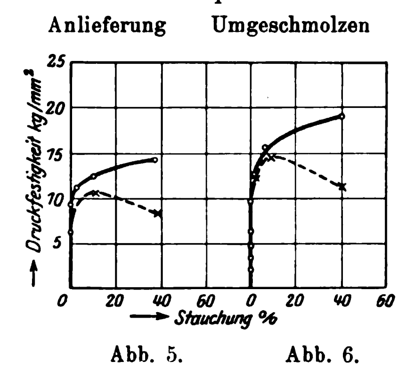


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3. Abb. 4. Abb. 5. Abb. 6.

des Volumens aus der Höhe berechnet. Beide Werte stimmen ziemlich gut überein, kleine Differenzen ergeben sich aus der nicht zylindrischen, sondern tonnenförmigen Gestalt der gestauchten Körper. Die Resultate sind in Abb. 1 wiedergegeben.

Ferner wurden drei Blöckchen Lurgimetall vorsichtig unter einer Holzkohlendecke umgeschmolzen, gut gemischt und aus der Schmelze drei Pröbchen gegossen, drei Tage lagern gelassen und in derselben Weise untersucht (Abb. 2 bis 4).

Eine vorliegende Probe Turbo-Squirrel ergab im Anlieferungszustand bei gleichen Dimensionen der Stauchkörper die in Abb. 5 wiedergegebenen Werte, eine andere Probe war eingeschmolzen worden und ergab bei den Dimensionen 14 mm Höhe, 14 mm Durchmesser die in Abb. 6 wiedergegebenen Werte.

Aus den Messungen ist im Vergleich zu den Ergebnissen von Karafiat zu erkennen, dafs dessen Werte für Lurgimetall annähernd mit den von mir gefundenen effektiven übereinstimmen, die bei drei Tage gelagertem Material erhalten wurden. Bei Turbo-Squirrel erhielt ich nicht annähernd die von Karafiat angegebenen Werte, die keineswegs die bei Lurgimetall gefundenen übertreffen. Fast möchte man vermuten, dafs dem Verfasser der Irrtum unterlaufen ist, bei Lurgimetall effektive, bei Turbo-Squirrel dagegen nominelle Werte gegeben zu haben.

Für die Beurteilung der technischen Brauchbarkeit eines Lagermetalls kommt übrigens durchaus nicht nur das Stauchdiagramm in Betracht, namentlich nicht Festigkeitswerte, die einer Stauchung von 10 und mehr Prozenten entsprechen, sondern dazu sind, wie in dem Buche von Czochralski-Welter „Lagermetalle und ihre technologische Bewertung“ ausführlich gezeigt ist, eine ganze Reihe technologischer Prüfungen und nicht zum wenigsten die Ergebnisse der praktischen Erfahrung nötig. Prof. Dr. W. Fraenkel.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Instandsetzung verschlissener Schienenstöfse bei den schwedischen Staatsbahnen.

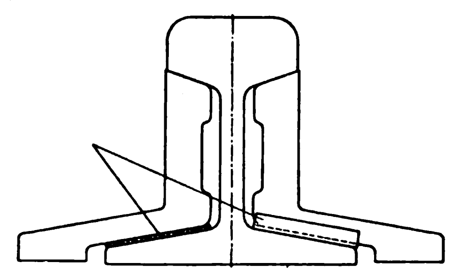
Der Jahresbericht der Bahnabteilung der schwedischen Staatsbahnen für 1922 enthält über die Instandsetzung verschlissener Schienenstöfse eine längere Ausführung. Mit der allgemein bekannten Seite der Frage und deren wirtschaftlicher Bedeutung, die ja überall, wo Eisenbahnen bestehen, im grofsen ganzen gleich sind, wollen wir uns hierbei nicht weiter beschäftigen. Dafs der Zustand der Schienenstöfse auf die Erscheinung der Gleiswanderung und auf den Umfang der notwendigen Gleisunterstopfungsarbeiten einen wesentlichen Einflufs ausübt, ist eine in Fachkreisen allgemein bekannte Tatsache. Man hat in Schweden für die fragliche Instandsetzung dreierlei Mafsnahmen ins Auge gefafst.

Die Einsetzung neuer Laschen hat sich nicht bewährt. Wenn die Laschenanlageflächen der Schienen oben und unten abgenützt sind, so werden die neuen Laschen nach verhältnismäfsig kurzer Frist wieder abgenützt sein. Man soll daher unter keinen Umständen in alte Gleise neue Laschen einwechseln, wie es anderseits auch verfehlt wäre, in neue Gleise alte Laschen einzubauen.

Die Umschmiedung verschlissener Laschen, so dafs sie sich den abgenützten Schienen anpassen, würde ohne Zweifel gute Ergebnisse liefern. Doch würde das Verfahren zu teuer sein.

Mit der Instandsetzung verschlissener Schienenstöfse durch Eisenblecheinlagen hat man mit vertretbaren Kosten gute Ergebnisse erzielt. Die Einlagen, deren Stärke mit Rücksicht auf das Einpressen nicht unter 2 mm betragen soll, werden, wie die Textabbildung zeigt, zwischen Lasche und Schienenfufs eingeklemmt. Die linke Seite zeigt den Querschnitt, die rechte die Ansicht mit am Laschenende aufgebördelter Blecheinlage. Diese erstreckt sich sonach auf die ganze Laschenlänge und ragt behufs Aufbördelung noch etwas darüber hinaus. Angewendet wurde bisher Eisenblech von einer bei Handelsware üblichen Härte. Bei umfangreicherer Anwendung sollten solche Einlagen in abgepafsten Längen und mit einer gewissen vorgeschriebenen Härteziffer bezogen werden. Die Einlegung mufs rechtzeitig erfolgen, bevor sich die Laschen in die Hohlkehlen zwischen Schienensteg und Kopf eingefressen haben

Abgenützter Schienenstofs mit Eisenblecheinlage.



und unter allen Umständen, bevor sich zwischen der Unterseite des Schienenkopfes und der Laschenoberfläche ein schädlicher Raum gebildet hat. Da indessen die Absicht besteht, dafs die genannten Instandsetzungsarbeiten im Zusammenhang mit der übrigen Gleisunterhaltung ausgeführt werden sollen und ohne dafs hierfür besonderes Personal angestellt wird, so mufs in der Übergangszeit der jetzt schon erforderliche Einbau dieser Zwischenlagen auf mehrere Jahre verteilt werden. Über das geeignetste Verfahren beim Einlegen dieser Bleche geben die Zeichnungen der Gleisabteilung des Bahnbureaus Anleitung. Die noch nicht ganz abgeschlossenen Versuche lassen unzweideutig Vorteile in Form von erhöhter Verwendungsdauer von Schienen, Laschen und Laschenbolzen erkennen.

Dr. S.

Unter Federwirkung stehende Weichen in Amerika.

(Railway Age 1924, 1. Halbjahr, Nr. 26).

Durch die Anwendung von Weichen, die durch Einschaltung einer Feder in die Verbindungsstange der beiden Zungen auf gerades Gleis festgelegt sind und von aus dem krummen Gleis ausfahrenden Zügen aufgeschnitten werden, hat die Santa Fe-Eisenbahn erhebliche Ersparnisse erzielt. Solche Weichen sind nur da zugelassen, wo bei der Fahrt gegen die Spitze, etwa wegen der steilen Neigung oder auch aus anderen Gründen die Fahrgeschwindigkeit niedrig ist. Es wird dadurch vermieden, dafs bei unbesetzten Überholungsgleisen



oder an ähnlichen Stellen der Zug nach dem Durchfahren der Weiche nochmals halten mufs, damit ein Zugbegleiter die Weiche hinter dem Zug umstellen kann. Von besonderer Bedeutung ist dies an Stellen, wo wegen der steilen Neigung ein zum Halten gebrachter Zug nicht ohne die Hilfe einer zweiten Lokomotive anfahren könnte; hier müfste sonst ein besonderer Weichenwärter eingestellt oder die Weiche müfste vom anderen Ende des Überholungsgleises, das wegen der spitz befahrenen Weichen besetzt sein mufs, gestellt werden; das verbietet aber die grofse Länge eines für 150 Güterzugachsen bestimmten Überholungsgleises.

Die Vorrichtung besteht aus zwei Teilen: einer kräftigen Feder in der Verbindungsstange an den Zungenspitzen, die sonst zum Umstellen der Weiche dient, und einem Ölbuffer. Der ausfahrende Zug schneidet mit jedem Rad die unter Federdruck auf geraden Strang liegenden Zungen auf; um die Wirkung der dabei auftretenden Stöfse, wenn die Feder die Zungen nach jedem Rad in die Ruhestellung zurückführen will, zu dämpfen, ist der Ölbuffer eingeschaltet. Durch die Bewegungen — bis 150 unter einem Güterzug — werden alle Teile stark beansprucht und die Lebensdauer einer solchen Weiche ist unter lebhaftem Verkehr nur einhalb bis ein Jahr. Trotzdem wird angegeben, dafs die Vorrichtung sich in vierjährigem Gebrauch bewährt hat. We.

Amerikanische Schwellentränkung.

Bei der 20. Jahresversammlung der amerikanischen Holztränkungsgesellschaft in Kansas City wurden Ergebnisse über die Schwellentränkungen mit verschiedenen Tränkmitteln mitgeteilt. (Railway Age 1924, Nr. 3.)

Da reine Kreosottränkung immer teurer wird, hat man zu Mischungen gegriffen. Befriedigt hat eine Lösung von Kohlenteer in Kreosot. Der Zusatz an Teer wird aber begrenzt durch seinen hohen Preis. Man hat deshalb nach einem billigen Ersatz dafür gesucht und glaubt ihn in Petroleumrückständen gefunden zu haben, die sich in vieler Beziehung mit Kreosot gemischt ähnlich verhalten wie Kohlenteer. Als zweckmäfsig wird angesehen eine Aufnahme von 6 Pfund Kreosot-Petroleumölmischung auf 1 Kubikfufs Holz. Mit dieser Tränkung hat die Santa Fé-Eisenbahn günstige Ergebnisse erzielt. Von 100 000 Schwellen ist nach 7 bis 14 Jahren Liegedauer noch keine wegen Fäulnis ausgewechselt worden. Von 1000 anderen, unter ungünstigen Verhältnissen eingebauten, liegen nach 11 Jahren noch 87,9 % im Gleise. Mehrere Eisenbahngesellschaften haben infolgedessen diese Tränkung übernommen.

Durch Vergleichsbeobachtungen ist nachgewiesen worden, dafs einesteils Kreosotvolltränkung der Zink-Kreosot- und der reinen Chlorzinktränkung weit überlegen ist, dafs andererseits Schwellen, die vor dem Tränken gut getrocknet wurden, sich besser halten als vorher schlecht getrocknete. Ferner sollen gebeilte Schwellen eine etwas gröfsere Lebensdauer haben als gesägte.

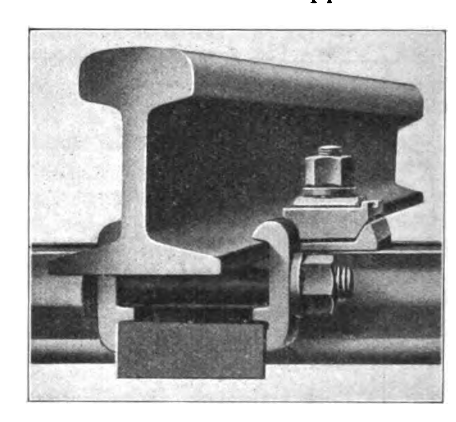
Bedeutungsvoll sind die Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Temperatur und Druck bei der Aufsaugung und Durchdringung des Holzes durch Zinkchlorid. Hiernach ergeben hohe Temperaturen nicht allein eine bessere Tränkung, sondern auch eine wesentliche Herabsetzung der Gestehungskosten, indem sie die Tränkzeiten abkürzen und das Dämpfen entbehrlich machen. Ein Druck von 140 bis 150 Pfund bei einer Temperatur von 200° F scheint bei Schwellentränkungen allerdings die Grenze zu sein. Über Nutzen und Notwendigkeit des Dämpfens haben auch die neuesten Beobachtungen noch keine volle Klarheit gebracht. Döhlert.

Schienenklemme Bauart Paulus-Krupp.

(Kruppsche Monatshefte, April 1924.)

Die unter dieser Bezeichnung von der Firma Krupp hergestellte Schienenklemme soll nach den bisher gemachten Erfahrungen das Wandern der Schienen in wirksamerer Weise als andere Bauarten verhindern. Sie besteht aus zwei Klemmbacken, einem Stemmstück

Schienenklemme Paulus-Krupp. Stirnansicht.



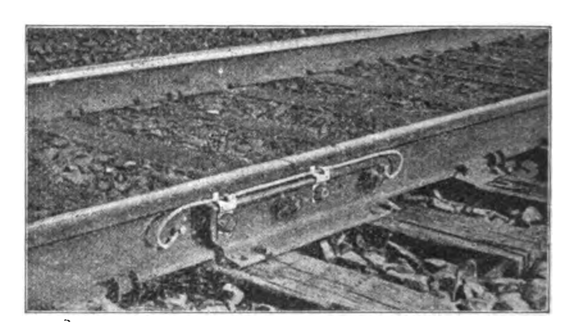
und einer Schraube mit Bundmutter. Die Teile werden in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise mit dem Schienenfufs zusammengeklemmt. Dabei entsteht infolge der schrägen Eingriffsflächen durch Keilwirkung eine gute Befestigung. Das Stemmstück stützt sich gegen die Schwelle, wobei je nach der Verwendung auf Holz- oder Eisenschwellen eine breitere oder schmälere Anlagefläche vorgesehen ist. Da die Schraube weder mit dem Schienenfufs noch mit dem Stemmstück in unmittelbarer Verbindung steht, werden die beim Befahren des Gleises auftretenden Stöfse von der Schiene auf das Stemmstück und die Schwelle übertragen, ohne dafs die Schraube in Mitleidenschaft gezogen wird. Hierdurch wird ein Lockern der Schraubenmutter vermieden. Ro.

Klemme für Schienenverbinder.

(Railway Age, Bd. 76, Nr. 11, vom 11. März 1924.)

Bei den amerikanischen Eisenbahnen wurde darüber geklagt, dafs die Klemmen, die die Schienenverbinder bei elektrischen Bahnen oder in Gleisen mit Gleisstrom in ihrer richtigen Lage halten sollen, beim Lockern der Laschenschrauben leicht umkippen und der Schienenverbinder dann abrutscht. Es ist deshalb eine neue Art Halter oder Klemme entwickelt worden, bei der eine solche ungewollte Bewegung unmöglich ist. Die Klemme besteht aus einem Blech, das an einem Ende gelocht ist. Durch dieses Loch wird der Laschenbolzen gesteckt, und so wird die Klemme an der Schiene befestigt.

Klemme für Schienenverbinder.



Das andere Ende der Klemme ist in zwei Teile gespalten, die in entgegengesetzter Richtung zangenartig umgebogen sind. In das Maul der so gebildeten Zange wird das Kabelstück, das die Schienenenden leitend verbindet, eingelegt. Während das aufsen um den Schienenverbinder greifende Ende diesen in seiner Lage hält, wird die Klemme durch das Ende, das den Schienenverbinder von innen erfafst, ihrerseits so festgelegt, dafs die Klemme, auch wenn der Laschenbolzen locker wird, nicht umkippen kann. Wk.

Lokomotiven und Wagen.

2 C - h 2 Personenzuglokomotive der Polnischen Staatsbahn.

(Hanomag-Nachr. 1924, Heft 128.)

Die Polnische Staatsbahn hatte den Wunsch, die P 8-Lokomotiven, von denen sie eine grofse Anzahl besitzt, derart abzuändern, dafs sie auch bei Verfeuerung minderwertiger Kohlen ihre Leistungsfähigkeit behalten sollten. Bei der auf Grund dieses Programmes von der Hanomag entworfenen und gebauten Lokomotive Type OK 22 blieb der Rahmen sowie das Lauf- und Triebwerk unverändert; dagegen erhielt der Kessel eine wesentlich gröfsere Rostfläche, nämlich 4,0 qm statt 2,62 qm, die über die Räder gelegt werden mufste. Die Entfernung der untersten Rohrreihe vom Rost verringert sich dabei gegenüber der P 8 von 850 auf 620 mm. Verbessert wurde der Hinterkessel der polnischen Lokomotive durch Verbreiterung des Wasserraumes zwischen Feuerbüchse und Stehkessel von

68 auf 80 mm. Um den Stehkessel noch über den Treibrädern von 1750 mm Durchmesser unterzubringen, mufste die Kesselmitte von 2750 auf 3150 mm über Schienenoberkante gebracht werden. Das hohe Umgrenzungsprofil der Eigentumsbahn gestattete dabei noch eine genügende Ausbildung von Schornstein, Dom und Führerhaus. Der Rundkessel erhielt einen um 100 mm gröfseren Durchmesser bei nunmehr 17 statt 16 mm Blechstärke, so dafs auch die Heizfläche vergröfsert werden konnte (Verdampfungsheizfläche von 163,7 auf 182,1, Überhitzerheizfläche von 58,9 auf 61,6 qm) Das Mehrgewicht des Kessels wurde durch geringe Verschiebung desselben nach vorn auf die Laufachsen gebracht; auch entfiel die Vorwärmeranlage. Die übrigen Abmessungen entsprechen denen der P 8-Lokomotive. Bei Probefahrten auf der Strecke Grunewald—Mansfeld konnte mit Staubkohle von 5800 W E. und 20% Schlackengehalt die Leistung der P 8 erreicht werden. Die Lokomotive zeigte bei allen Geschwindigkeiten bis hinauf zu 102 km/Std. einen aufserordentlich ruhigen Lauf.

R. D.

---

2 D 1 - h 3 Güterzuglokomotive der Lehigh-Valley-Bahn.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 15.)

Wie zuerst die New-York Central-Bahn*) hat im Oktober des vergangenen Jahres auch die Lehigh-Valley-Bahn eine 2 D 1 Drillings-Lokomotive in Dienst gestellt. Sie entspricht in ihrem allgemeinen Aufbau den Lokomotiven der vorgenannten Bahn; jedoch wirken die drei Zylinder nicht auf eine Achse, sondern es treibt der Mittelzylinder die zweite, die beiden Aufsenzylinder die dritte Kuppelachse an. Der Kreuzkopf ist, was man sonst in Amerika selten antrifft, nur einseitig, wenn auch an zwei Gleitbahnen, geführt. Die Bewegung des inneren Schiebers wird in gleicher Weise wie bei der New-York Central-Bahn durch Hebel vor dem Schieber von aufsen abgeleitet. Der Kessel hat Grofsrohrüberhitzer und Verbrennungskammer. Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	14 at
Zylinderdurchmesser d	3×635 mm
Kolbenhub h	711 „
Kesseldurchmesser innen vorn	2096 „
Feuerbüchse: Länge	3204 „
„ : Weite	2445 „
Heizrohre: Anzahl	230 Stück
„ : Durchmesser	57 mm
Rauchrohre: Anzahl	50 Stück
„ : Durchmesser	140 mm
Rohrlänge	6401 „
Heizfläche der Feuerbüchse mit Verbrennungskammer und Tragrohren	36,4 qm
Heizfläche der Rohre	402,9 „
„ des Überhitzers	116,0 „
„ — im Ganzen — H	555,3 „
Rostfläche R	7,85 qm
Durchmesser der Treibräder	1753 mm
Achsstand der Kuppelachsen (fester Achsstand)	5486 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12548 „
„ „ „ einschl. Tender	23673 „
Reibungsgewicht G_1	111,9 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	167,4 „
Dienstgewicht des Tenders	91,0 „
H : R	71
H : G	3,32
H : G_1	4,96

Mit der Lokomotive wurden Ende Dezember Versuchsfahrten angestellt, die sehr befriedigt haben und in der Quelle eingehender beschrieben sind. Die Versuchsstrecke war ungefähr 110 km lang und hatte eine 22 km lange Steigung von 4‰. Mit einem Zug von 4300 t Gewicht wurde eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 32 km/Std. erreicht. Die durchschnittliche indizierte Leistung betrug 2204 PSi, die Höchstleistung 2966 PSi bei einer Geschwindigkeit von 60 km/Std., der Wirkungsgrad des Kessels 77%. Der mittlere Füllungsgrad war 58%. Der Wasserverbrauch für 1 PSi/Std. belief sich mit Hilfsmaschinen auf 9,2 kg, ohne diese auf 8,9 kg; der Kohlenverbrauch für 1 PSi/Std. mit Hilfsmaschinen auf 1,23 kg und ohne diese auf 1,20 kg. Im Regelbetrieb befördert die neue Lokomotive auf leichterem Gelände eine Zuglast von 4500 t, d. h. ungefähr das anderthalbfache der seither verwendeten 1 D 1 Lokomotiven; auf schwierigen Strecken mit Steigungen bis 16‰ ersetzt sie vor Zügen von 1500 t Gewicht zwei Stück 2 C 1 Lokomotiven. Wenn dabei auf den Bergstrecken etwas Zeit verloren wird, vermag dies die Lokomotive in der Ebene durch Geschwindigkeiten bis zu 95 km/Std. wieder auszugleichen.

R. D.

*) Organ 1924, Heft 1, S. 17.

Über die Notwendigkeit der Prüfung des gereinigten Kesselspeisewassers.

(Zeitschrift des Bayrischen Revisionsvereins 1924 Nr. 10.)

Unter Anführung verschiedener Beispiele aus der Praxis wird in der Quelle auf die Notwendigkeit einer regelmäfsigen Prüfung des in Wasserreinigungsanlagen behandelten Kesselspeisewassers hingewiesen, da nur hierdurch ein sicheres Urteil über den richtigen Verlauf der Wasserreinigung gewonnen werden kann. Die Nachteile und Schäden, die durch Kesselsteinablagerung auch an Dampfkesseln, die nur mit angeblich gereinigtem Wasser gespeist wurden, nicht allzu selten hervorgerufen wurden, hätten in den meisten Fällen vermieden werden können, wenn die Wasserreinigungsanlagen durch tägliche Untersuchung des Wassers auf ihre Wirksamkeit geprüft worden wären. Zur Überwachung der Anlagen liefern die Erbauer zu jedem Reiniger auch eine Einrichtung zum Prüfen des gereinigten Wassers nebst genauer Anweisung mit; jeder gute Arbeiter kann die Prüfung in kurzer Zeit erlernen und ohne besondere Schwierigkeit ausführen. Diese Prüfung ist täglich mindestens einmal vorzunehmen; hiermit werden Fehler rechtzeitig entdeckt und Kesselschäden infolge Steinbildung vermieden.

Die Berichte der Dampfkesselüberwachungsbeamten führen verschiedene beherzigenswerte Beispiele aus der Praxis auf. So wurden in einem Falle unter einer starken Kesselsteindecke Ausbeulungen und Risse an den Nietnähten und im vollen Blech gefunden. Bei Errichtung der Anlage war eine Wasserhärte von 42 deutschen Härtegraden festgestellt worden; eine wiederholte Untersuchung zeigte jedoch eine Zunahme der Wasserhärte um 62 Grad, so dafs das Wasser mit Gips nahezu gesättigt war. Diese allerdings seltene Erscheinung wurde auf hohen Grundwasserstand, wodurch Gipsschichten bespült wurden, oder auf den Einbruch gipshaltigen Wassers in die Brunnenanlage zurückgeführt; die Schäden für den Kessel hätten sich jedoch bei regelmäfsiger Prüfung des den Reiniger verlassenden Speisewassers sicher vermeiden lassen. Geringere Schwankungen in der Härte des zu reinigenden Rohwassers sind sehr häufig und es ist klar, dafs in Fällen zunehmender Härte des Rohwassers die bisher zugesetzte Menge an Fällungsmitteln nicht mehr zur Beseitigung der Kesselsteinbildner genügt.

Aufser der Änderung der Rohwasserbeschaffenheit ist auch noch die Beschaffenheit der zur Wasserreinigung zugefügten Stoffe von wesentlichem Einflufs. Dem Kalk, bzw. dessen Gehalt an Ätzkalk, kommt neben der Soda eine besondere Bedeutung zu. Schlechter Kalk erschwert die Herstellung gesättigten Kalkwassers und verursacht durch vermehrte Rückstände erhöhte Reinigungsarbeit. In einem Falle wurde festgestellt, dafs der verwendete Staubkalk nur etwa 10% Ätzkalk, dagegen 90% unwirksame Bestandteile enthielt, die nur zur Vermehrung des Schlammes beitrugen. Es ist auch zu beachten, dafs der Ätzkalk bei längerer Lagerung an der Luft durch Aufnahme von Kohlensäure sich teilweise in kohlensauren Kalk verwandelt, und hierdurch an Wirksamkeit verliert. Eine regelmäfsige tägliche Untersuchung des gereinigten Wassers wird auch diesen Fehler rechtzeitig erkennen lassen.

Bei dem Grofsbetrieb, den die Eisenbahn darstellt, kommt selbstverständlich auch der Überwachung der Anlagen zur Reinigung des Lokomotivspeisewassers besondere Bedeutung zu.

Pfl.

Einbau von kupfernen Feuerbüchsen bei den amerikanischen Lokomotiven in Frankreich.

(Railway Age 1924, 1. Halbjahr, Nr. 22)

Während des Krieges haben die Amerikaner 675 Stück 1 D-Lokomotiven gebaut und nach Frankreich gebracht, die dort auf den eigens für den Nachschub der amerikanischen Truppen gebauten Linien verwendet wurden und nach Kriegsschlufs in das Eigentum des französischen Staates übergingen. Die französische Staatsbahn hat jetzt mehrere Hundert dieser Lokomotiven zur gründlichen Ausbesserung den Werften von St. Nazaire und Nantes zugeleitet. Beachtenswert ist bei dieser Ausbesserung vor allem, dafs die ursprünglichen amerikanischen Feuerbüchsen aus Flufseisen nun

durch solche aus Kupfer ersetzt werden sollen. Die Quelle führt als Begründung hierzu an, dafs der Lokomotivdienst auf den französischen Bahnen nicht so ununterbrochen sei wie in Amerika; infolge davon lasse man das Feuer viel öfter ausgehen als dort. Durch den häufigen Temperaturwechsel sei dann die Feuerbüchse sehr starken Beanspruchungen ausgesetzt und ihre Lebensdauer wesentlich verkürzt. Da man zudem in Frankreich die Lokomotiven seltener den Werkstätten zuführen wolle als man dies in Amerika zu tun pflege, bleibe nichts anderes übrig als der Einbau von kupfernen Feuerbüchsen.

Man sieht hieraus, dafs die schlechten Erfahrungen mit den flufseisernen Feuerbüchsen sich nicht auf Deutschland beschränken und vor allem, dafs auch die amerikanischen Originalfeuerbüchsen aus Flufseisen dem ganz anders gearteten Betrieb in Europa nicht gewachsen sind. Als Grundbedingung für eine wirtschaftliche Verwendung flufseiserner Feuerbüchsen in der heutigen Form scheint man demnach den Übergang zu der amerikanischen Betriebsweise mit gleichmäfsigerer Lokomotivbeanspruchung betrachten zu müssen.

R. D.

Gehärtete Zahnräder für Strafsenbahntriebwagen und elektrische Lokomotiven.

(Kruppsche Monatshefte 1924, Aprilheft.)

Die von der Kruppschen Gufsstahlfabrik seit einer Reihe von Jahren angewendeten gehärteten Zahnräder für die Kraftübertragung bei Strafsenbahntriebwagen und elektrischen Lokomotiven haben sich nach den Mitteilungen der Firma sehr gut bewährt. Wie aus Abbildungen in der Quelle zu entnehmen ist, tritt auch nach sehr langer Betriebsdauer kaum ein Verschleifs der Zähne ein; ihre Lebensdauer soll gegenüber den gebräuchlichen Ausführungen das Acht- bis Zwölffache betragen. Die Härtung der aus Spezialstahl ein- oder zweiteilig gegossenen Zahnräder und der aus Spezialeinsatzflufseisen geschmiedeten Ritzel wird nur soweit vorgenommen, dafs eine etwa 1,5 mm tiefe glasharte Oberflächenschicht entsteht, dagegen der Zahnkern die gegen Biegungsbeanspruchung nötige Zähigkeit behält. Jegliche Nachbearbeitung entfällt. Die weiteren Vorzüge der gehärteten Zahnräder bestehen in besserem Wirkungsgrad und ruhigerem Gang

Ro.

Bücherbesprechungen.

W. Hippler, „Die Dreherei und ihre Werkzeuge". Handbuch für Werkstatt, Büro und Schule. Dritte, umgearbeitete und erweiterte Auflage. I. Teil: Wirtschaftliche Ausnutzung der Drehbank. 268 Seiten mit 136 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. Verlag: Springer, Berlin 1924. Gebunden 13,50 Goldmark.

Auf Grund umfassender Literaturkenntnis und tief eindringender eigener Forschung wie Untersuchungen Prof. Friedrichs entwickelt Hippler in klaren und eingehenden Ausführungen die Gesetze wirtschaftlicher Zerspanung. Das mit zahlreichen Schaubildern vorzüglich ausgestattete Buch behandelt in drei Hauptabschnitten die wirtschaftlichen Grundlagen der Zerspanung (Schnittdruck, Wärme, Schnittgeschwindigkeit, Wirkungsgrad), die wirtschaftliche Ausnutzung der Drehbank (günstigste Einstellung), den Aufbau der Drehbank (Umänderung fehlerhafter Bänke). Besonders wertvoll ist der Abschnitt „Wirtschaftlicher Verwendungsbereich der Werkzeugsorten: Stellit, Schnellstahl, Kohlenstoffstahl", der in scharfer Kritik über vielfach verbreitete irrige Anschauungen aufklärt.

Als wichtigste Erkenntnis aber durchzieht die Ausführungen des Verfassers die „Absetzung der Schnittgeschwindigkeit" von der ihr von Taylor angewiesenen Stellung als „Heilige erster Ordnung der Dreherei" und die Hervorhebung des Spanquerschnittes als der wichtigsten Einstellungsgröfse. Das Werk dürfte an Bedeutung den Forschungsarbeiten Taylors mindestens gleichkommen.

Baldiges Erscheinen des zweiten Teiles „Die Drehwerkzeuge" wäre im Hinblick auf die zur Zeit im Gang befindliche Drehstahlnormung durch den VDJ. wünschenswert.

Staufer.

Industriebetriebslehre. Die wirtschaftlich-technische Organisation des Industriebetriebes mit besonderer Berücksichtigung der Maschinenindustrie. Von Dr. Ing. E. Heidebroek, Professor an der Technischen Hochschule Darmstadt. 291 Seiten mit 91 Textfiguren und 3 Tafeln. Verlag Springer, Berlin 1923. Preis gebunden 17,50 Goldmark.

Das vom Verlag bestens ausgestattete Werk behandelt mit der grofszügigen, Wesentliches vor Nebensächliches stellenden Erfahrung des Ingenieurs die Probleme, welche heute auf das lebhafteste auch die Eisenbahnwerke berühren. Sein Hauptvorzug dürfte darin liegen, dafs die Ausführungen des Verfassers durch Loslösung von zu vielen Schematas, Vordrucken, Formularen zugunsten einer Beschränkung auf die typischen Grundformen und leitenden Gedanken allgemeine Geltung erlangen. Nach einem Abschnitt über Bedeutung, Ermittlung und zweckmäfsige Einteilung der Selbstkosten entwickelt der Verfasser den organisatorischen Aufbau eines modernen Betriebs, die einzelnen Abteilungen, Kartenwesen, Arbeitsverteilung, Arbeitsprüfung, Magazinswesen; daran schliefst sich ein Kapitel über „Lohnwesen und Arbeitsleistung", in dem die verschiedenen Lohnverfahren, die Ermittlung genauer Grundzeiten, die Lohnverrechnung ausführlich erörtert sind. Der Abschnitt „Abschreibungen, Werterneuerung und Kapitaldienst" und das letzte Kapitel „Beispiele und Anwendungen" verdient besondere Beachtung gerade seitens der in der Umstellung begriffenen Eisenbahnausbesserungswerke hinsichtlich der für sie neuen Aufgabe genauer Selbstkostenermittlung. Vor Neubeschaffung von Maschinen zu beherzigen wäre der „Einflufs des Beschäftigungsgrades auf die Herstellungskosten", der in einem überzeugenden Schaubild dargelegt ist. Die Verhältnisse der Eisenbahnbetriebs- und Ausbesserungswerke werden in Ausführungen, die von jeder Einseitigkeit frei sind, gelegentlich gestreift.

Bei einer Neuauflage wäre ein Namen- und Sachregister, sowie die Ausmerzung entbehrlicher Fremdwörter zu wünschen.

Staufer.

Die Güterwagen der deutschen Reichsbahn, ihre Bauart, Bestellung und Verwendung. Herausgegeben im Auftrage des Eisenbahnzentralamtes in Berlin. 16 Seiten mit 41 Zeichnungen. Preis Goldmark 1.— (VDI-Verlag, Berlin SW 19, Beuthstr. 7.)

Die im Auftrage des Eisenbahnzentralamtes herausgegebene, für die Kreise der Verkehrtreibenden bestimmte Aufklärungsschrift bietet zunächst eine Zusammenstellung der amtlichen Haupt- und Nebengattungszeichen der einzelnen Güterwagen der deutschen Reichsbahn. An 41 Zeichnungen mit begleitendem Text wird eine klare und übersichtliche Aufstellung der verschiedenen Arten der Güterwagen mit genauer Angabe ihrer Gröfse, Bauart, Ausmessungen, Laderaum, Ladegewicht und Tragfähigkeiten sowie der einzelnen Verwendungsmöglichkeiten gegeben. Es folgen sodann Richtlinien für Bestellungen der Güterwagen mit einem Bestellschema und eine Übersicht der als „Einheitswagen" gebauten Reichsbahn-Güterwagen. Jedem Industriellen, ob er Kohle, Erze, Maschinen, Grofs- und Kleinvieh, Lebensmittel, Textilwaren, Holz usw. verfrachtet, ermöglicht diese Aufklärungsschrift die bestmöglichste Ausnutzung der Transporteinrichtungen der deutschen Reichsbahn und somit die Beschleunigung des Güterverkehrs. Bei der heute so grofsen Wichtigkeit des Transportwesens verdient diese Aufklärungsschrift die weiteste Verbreitung.

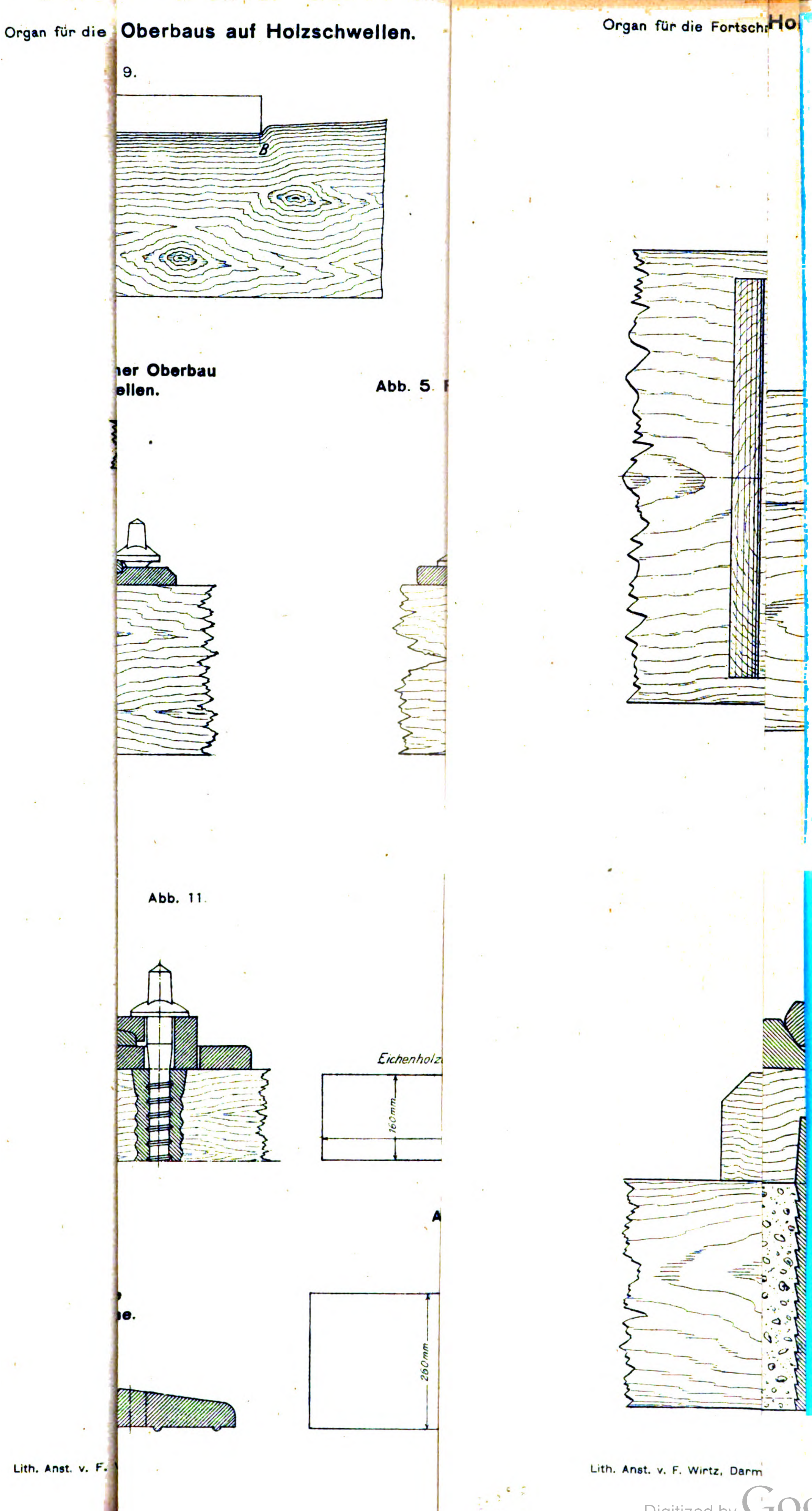
Zur Berechnung des beiderseits eingemauerten Trägers unter besonderer Berücksichtigung der Längskraft. Von Fukuhei Takabeya, Japanischer a. o. Professor und Dr. Ing. an der Kaiserl. Kyushu-Universität, Japan. 56 Seiten mit 28 Textabbildungen und 2 Formularen. Verlag Julius Springer, Berlin 1924. 3 Goldmark.

Das Werkchen behandelt den Einflufs auf Biegungsmoment und Durchbiegung, der in einem Träger auf zwei Stützen entsteht, wenn die beiden Enden nicht vollkommen frei gelagert sind, sondern entweder im wagrechten Sinne festgehalten werden oder aufserdem noch in verschiedenem Grade eingespannt sind.

Die fesselnd durchgeführte Rechnung beruht auf den üblichen Annahmen der Navierschen gradlinigen Spannungsverteilung und des Hookeschen Gesetzes. Verschiedene Tabellen stellen am Schlufs die Ergebnisse übersichtlich zusammen. Es zeigt sich in ihnen, dafs die Wirkung der Längskräfte praktisch bedeutungslos ist und vollkommen vernachlässigt werden kann, da die Festlegung der Trägerenden in wagrechtem Sinne, die etwas gröfsere Längskräfte ergibt, in Wirklichkeit kaum vorkommt, aufserdem höchst schwierig zu verwirklichen ist.

Dr. Ing. F. Kögler.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



Organ für die
Oberbaus auf Holzschwellen.
9.
B
ıer Oberbau
ellen.
Abb. 5.
Abb. 11.
Eichenholz
160mm
A
ıe.
260mm
Lith. Anst. v. F.
Organ für die Fortschr
Ho
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darm

zsch

1924

ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

HEFT 13

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.

Bericht über die eisenbahntechnische Tagung in Berlin folgt im nächsten Heft.

Knorr-Bremse Aktiengesellschaft
BERLIN-LICHTENBERG,
Neue Bahnhofstraße 9/17.

Mailand 1906: Großer Preis. ▫ Brüssel 1910: Ehrendiplom. ▫ Turin 1911: 2 Große Preise.

Abteilung I für Vollbahnen.

Luftdruckbremsen für Vollbahnen:

Selbsttätige Einkammer-Schnellbremsen für Personen- und Schnellzüge.
Selbsttätige Kunze-Knorr-Bremsen für Güter-, Personen- und Schnellzüge.
Einkammerbremsen für elektrische Lokomotiven und Triebwagen.
Zweikammerbremsen für Benzol- u. elektrische Triebwagen.

Dampfluftpumpen, einstufige und **zweistufige.**
Notbremseinrichtungen.
Preßluftsandstreuer für Vollbahnen.
Federnde Kolbenringe.
Luftsauge- und Druckausgleichventile, Kolbenschieber und -Buchsen für Heißdampflokomotiven.
Aufziehvorrichtung für Kolbenschieberringe.
Speisewasserpumpen und Vorwärmer.
Vorwärmerarmaturen und Zubehörteile.
Druckluftläutewerke für Lokomotiven.

Abteilung II für Straßen- u. Kleinbahnen
(früher Kontinentale Bremsen-Gesellschaft m. b. H. vereinigte Christensen- und Böker-Bremsen).

Luftdruckbremsen für Straßen- u. Kleinbahnen.

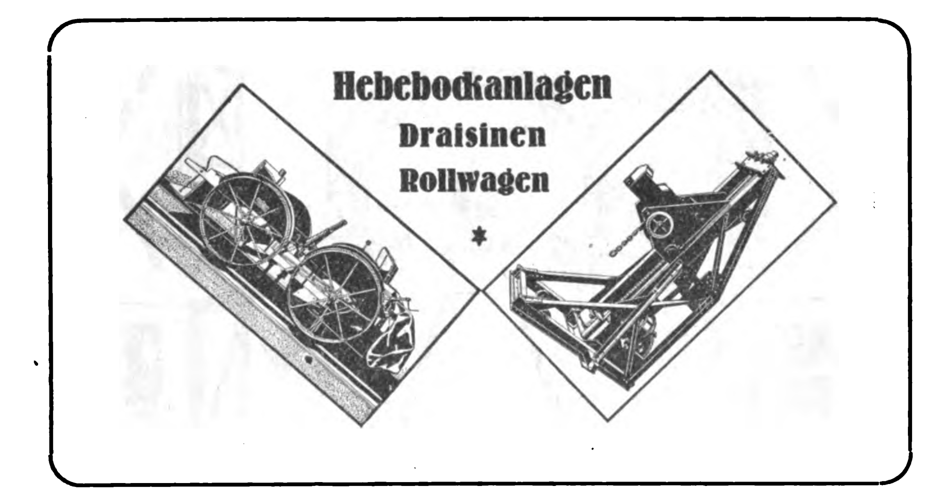
Direkte Bremsen.
Zweikammerbremsen.
Selbsttätige Einkammerbremsen.
Elektrisch und durch Druckluft gesteuerte Bremsen.

Achs- und Achsbuchskompressoren.
Motorkompressoren, ein- und zweistufig, mit Ventil- und Schiebersteuerung.
Selbsttätige Schalter- und Zugsteuerung für Motorkompressoren.
Druckluftsandstreuer für **Straßen-** u. **Kleinbahnen.**
Druckluftfangrahmen.
Druckluftalarmglocken und Pfeifen.
Bremsen-Einstellvorrichtungen.
Türschließvorrichtungen.
Zahnradhandbremsen mit beschleunigter Aufwickelung der Kette.

Fahrbare und ortsfeste Druckluftanlagen für Druckluftwerkzeuge, Reinigung elektrischer Maschinen u. a. Gegenstände. [111

Gg. Noell & Co. / Würzburg

Maschinen- und Eisenbahn-Bedarfsfabrik / Brückenbauanstalt



Kranen / Drehscheiben Schiebe- u. Schwenkbühnen / Achsensenken
Lokomotivkessel-Transportwagen für Ausbesserungswerke
Weichen u. Kreuzungen / Eiserne Hallen u. Brücken

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang **15. Oktober 1924** **Heft 13**

Die Eisenbahnen des japanischen Inselreichs.

Nach einem vor der preufs. Akademie des Bauwesens am 7. Dezember 1923 gehaltenen Vortrage ihres Mitgliedes, des Geh. Oberbaurats a. D. Prof. **Baltzer.**

Japan besteht aus den vier grofsen Inseln Hondo, Shikoku, Kyushiu und Hokkaido, und zahllosen kleinen Inseln, deren Zahl auf mehr als 3 800 angegeben wird; es ist infolge dieser Zersplitterung des Festlandes und seiner ungemein reichen Küstengliederung von vornherein für die Herstellung eines zusammenhängenden Eisenbahnnetzes wenig geeignet. Die starke Küstengliederung, mit den tiefen Meereseinbuchtungen, nötigt die Eisenbahn an vielen Stellen zu weiten Umwegen, und die lebhaft entwickelte Küstenschiffahrt bereitet dem Güterverkehr dauernd starken Wettbewerb. Die hohen Gebirge, von denen das Innere des Landes durchzogen ist, bieten für die Überschienung durch Querbahnen besondere Schwierigkeiten, so dafs deren Linienverhältnisse, bei Überschreitung hoher Wasserscheiden auf kurzem Anstiege, vielfach sehr ungünstig werden. Das stark zerrissene und zerklüftete Gelände erfordert für den Bahnbau zahlreiche kostspielige Kunstbauten, hohe Dämme, tiefe Einschnitte, Tunnelbauten von grofser Zahl und Länge; die reifsenden, völlig unregulierten Bergströme, die das Land durchziehen und bei kurzem Oberlauf durch starke Geröllbildung und Geschiebeführung ausgezeichnet sind, machen an den Übergangsstellen kostspielige Brückenbauten notwendig und bringen den Bahnen durch ihre regelmäfsig wiederkehrenden Hochwässer und die damit verbundenen Änderungen ihres Stromlaufs besondere Gefahren. Auch die klimatischen Verhältnisse des Landes, lange Regenzeiten mit sehr starken Niederschlägen, häufige Taifune von gröfster Heftigkeit, in den nördlichen Provinzen schwere Schneeverhältnisse mit häufigen Schneestürmen, endlich die stetig wiederkehrenden Erdbeben stellen den Bau und Betrieb der Eisenbahnen vor schwierige Aufgaben und grofse Gefahren und machen ihn besonders kostspielig.

Das Land trat mit dem Jahr 1869 in das Eisenbahnzeitalter ein, und zwar nahm zunächst der Staat den Bahnbau selbst in die Hand. Unter Annahme britischer Ingenieure wurde von der Regierung der Bau der Strecken Tokio—Yokohama, 29 km, und Kobe—Osaka, 35 km, im Jahr 1870 begonnen, und erstere 1872, letztere 1874 dem Betrieb übergeben; 1877 folgte die Strecke Osaka—Kyoto, 47 km. In der Folge machte indes die Geldbeschaffung grofse Schwierigkeiten und die Regierung ging deshalb von ihrer anfänglichen reinen Staatsbahnpolitik ab und vergab zahlreiche Bahnkonzessionen an Privatgesellschaften, so an die Nippon-Eisenbahn-Gesellschaft für die Stammbahn von Tokio nach dem Norden von Hondo, Aomori, rd. 820 km, ferner für die Sanyobahn von Kobe nach Shimonoseki entlang der Südküste der Hauptinsel, 490 km, für die Kyushiubahn auf der gleichnamigen südlichen Insel, von Moji nach Nagasaki, Kumamoto und Jatsushiro, 436 km, und für die Hokkaido—Tankobahn, die auf der nördlichen Insel Hokkaido die staatliche Linie Otaru—Horonai erwarb und sich eine Konzession für die Verlängerung nach Muroran und Yubari sicherte. Neben diesen gröfseren Eisenbahnunternehmen entstanden auch zahlreiche ganz kleine Gesellschaften und bis 1891 wurden im ganzen rund 1870 km Bahnen durch Privatkapital hergestellt, während sich der Umfang des Staatsbahnbesitzes Ende 1891 auf rund 890 km, also noch nicht die Hälfte, belief. Nach dem siegreichen Kriege mit Russland wurde im Jahr 1906 die grofse Privatbahnverstaatlichung mit bemerkenswerter Schnelligkeit und Geschicklichkeit vorgenommen; mit ihr wurden 17 Privateisenbahnen, insgesamt 4 542 km Betriebslänge, in Staatsbesitz überführt und ihr verdanken die heutigen Staatsbahnen Japans im wesentlichen ihren starken wirtschaftlichen Aufschwung, der auch durch den Weltkrieg lebhaft gefördert wurde. Schon frühzeitig hatte die Regierung ein umfassendes Programm für den Ausbau der wichtigsten Eisenbahnlinien aufgestellt und durch seine allmähliche Ausführung sind heute fast alle Provinzen des Landes mit Eisenbahnen erschlossen. Das Staatsbahnnetz — ohne die Eisenbahnen auf Formosa, Korea und japanisch Sachalin — umfafste am 31. März 1921 rund 10 400 km Betriebslänge, davon doppel- oder mehrgleisig 1420 km, das sind 13,6 %. An Privatbahnen — vorzugsweise Neben- und Kleinbahnen — bestanden gleichzeitig 140 mit rund 3228 km Betriebslänge.

Als Spurweite kam von Anfang an die Schmalspur von $3^1/_2$' engl. = 1,067 m (Kapspur) zur Anwendung. Da für den Güterverkehr der Bahnen infolge der lebhaften Küstenschiffahrt auf eine sehr schnelle Entwicklung nicht zu rechnen war und da bei dem Vorherrschen der Gebirge beim Bahnbau starke Steigungen und Krümmungen in den Kauf genommen werden mufsten, so war die Schmalspur mit ihren erheblich geringeren Anlagekosten für den Anfang zu rechtfertigen; auf die Dauer dürfte sie sich aber doch wohl als ein verhängnisvoller Fehler erweisen, da sie einer intensiveren Entwicklung der Eisenbahnen zum Grofsbetriebe, der Entfaltung gröfserer Zugleistungen und höherer Fahrgeschwindigkeiten im Wege steht und später nur mit hohen Geldopfern in die Vollspur umgewandelt werden kann. An ernsten Anläufen hierzu hat es nicht gefehlt, sie sind aber bisher im Sande verlaufen, mit der Erkenntnis, dafs es besser sei, das für den Umbau der Schmalspur erforderliche recht beträchtliche Kapital lieber zu neuen Bahnbauten — natürlich in der bisherigen Spur — zu verwenden.

Nachstehend werden die wichtigsten und technisch bemerkenswertesten Hauptbahnlinien vorgeführt:

1. Die Tokaidobahn Tokio—Kobe, 606 km, ist die erste und älteste, zugleich auch die wichtigste und verkehrsreichste Bahn Japans, das Rückgrat der heutigen Staatsbahnen; 1890 vollendet, seit 1913 in ganzer Ausdehnung doppelgleisig verbindet sie die beiden Hauptstädte Tokio des Ostens und Kyoto des Westens mit den wichtigen Handelsstädten Nagoya und Osaka und den verkehrreichen Häfen Yokohama und Kobe; der Kriegshafen Yokoska ist durch eine bei Ofuna nach Südosten abgehende kurze Stichbahn südlich Yokohama angeschlossen. Die Linienverhältnisse sind im allgemeinen günstig, soweit die Bahn nahe der Südküste der Hauptinsel Hondo verläuft; im übrigen bestehen drei gröfsere Wasserscheiden: die höchste bei Gotemba, am östlichen Fufse des schneebedeckten erloschenen Vulkans, des Fujiberges, auf 457 m Meereshöhe, von beiden

Seiten mit Rampen 1 : 40 und Krümmungen von 300 m Halbmesser erreicht; die zweite liegt westlich Gifu bei Sekigahara am Biwasee auf + 268 m, und wurde später, 1899, durch einen Streckenumbau 60 m tiefer gelegt; die dritte liegt bei Otani östlich vor Kyoto auf 151 m Höhe; auch sie soll durch Herstellung eines 654 m langen Tunnels, mit Zufahrtsrampen 1 : 100, entsprechend gesenkt werden; Kosten der Ausführung 6 Millionen Yen*).

Eine wichtige Linienverbesserung zwischen den Stationen Kodzu und Numadzu zur Umgehung der erstgenannten Wasserscheide von Gotemba wird gegenwärtig durch Ausbau einer zum grofsen Teil der Südküste folgenden Umgehungslinie über Odawara und Atami vorgenommen, die Steigungen nicht über 1 : 100 erhalten und die durchgehende Strecke um 11,8 km abkürzen soll. Während die alte Strecke mit Rampen 1 : 40 die Höhe von 457 m ersteigt, soll die neue Linie nur auf 73 m ansteigen, erhält aber 23 Tunnel von 15,178 km Gesamtlänge, darunter einen rund 8 km langen Tunnel, der demnächst der längste in Japan sein wird. Die Baukosten der gesamten Ausführung sind auf 24,24 Millionen Yen veranschlagt. Für den lebhaften Durchgangsverkehr der Stammbahn bedeutet die neue Linie zweifellos eine wesentliche Verbesserung, abgesehen davon, dafs sie die landschaftlich und klimatisch durch die Wärme des Golfstroms besonders bevorzugte Umgebung von Atami, den Mittelpunkt der gefeierten Riviera Japans, dem grofsen Verkehr erschliefst. Atami selbst, berühmt durch seine heifsen Quellen und intermittierenden Geyser, ist zur Zeit mit Odawara und Kodzu durch eine Kleinbahn verbunden. Vor 20 Jahren bestand dort eine höchst eigenartige, durch Menschenkraft betriebene sog. Jinrikshabahn, deren kleine Personenwagen in der Schmalspur bergauf von Kulis geschoben wurden, während sie bei der Talfahrt im Gefälle von selbst liefen und nach Bedarf gebremst wurden.

Die Tokaidobahn hat Tunnel, im allgemeinen eingleisig, von 10,5 km Gesamtlänge. Daneben ist sie ausgezeichnet durch eine auffallend hohe Zahl von ansehnlichen Brückenbauten, von denen mehrere über 1 km Länge aufweisen. Zwischen den Stationen Ofuna und Ogaki, westlich Yokohama und Gifu, sind zur Unterführung der zahlreichen in den Provinzen Sagami, Suruga, Totomi, Mikawa, Owari und Mino aus dem Innern des Landes zur Südküste abfliefsenden Ströme nicht weniger als elf gröfsere Strombrücken über den meist breiten und verwilderten Unterlauf der Ströme, nahe ihrer Mündung in den stillen Ozean, vorhanden. Die längste ist die über den Tenryuflufs, 1229 m lang, bestehend aus 19 Öffnungen von je 200 = 60,96 m Stützweite; am nächsten kommt ihr die über den Oiflufs, 1117,7 m lang, mit 16 Öffnungen der gleichen Weite; die übrigen Brücken haben Längen zwischen 200 und 572 m Länge. Da die Pfeiler für die Strombrücken des Stammgleises nur in der für eingleisige Überbauten erforderlichen Breite ausgeführt waren, so mufste bei dem Ausbau des zweiten Gleises fast überall eine neue eingleisige Brücke in angemessenem Abstande von der bestehenden hergestellt werden. Dabei wurden aber die Formen der Überbauten des alten Gleises bisweilen verlassen und für das neue Gleis beispielsweise statt der niedrigen Parallelträger hohe Halbparabelträger angewendet, eine Ausführung, die infolge ihrer Unruhe in der Erscheinung die Schönheit des Landschaftsbildes erheblich beeinträchtigt. Die eisernen Überbauten stammen zum gröfsten Teil aus England oder Nordamerika und zeigen die dort üblichen Bauformen. Während die Ströme in der Regenzeit gewaltige Hochwasser führen und ihren Lauf oft stark ändern, ist in der trockenen Jahreszeit auf den ungeheuren Geröllfeldern des Strombettes meist nur ein ganz schwaches Rinnsal vorhanden.

*) 1 yen = 2,10 Goldmark.

Der Ausbau des zweiten Gleises in dem Abschnitt zwischen Kodzu und Numadzu, wo sich die Bahn von der Südküste landeinwärts wendet, um im Hakonegebirge den Kamm östlich des Fuji zu überschreiten, gab zu einer eigenartigen Anordnung in der Linienführung für das neue Gleis Veranlassung. Auf dieser Gebirgsstrecke zwischen den Stationen Yamakita und Oyama hat die Linie in einem enggewundenen Flufstal mehrere Felseinschnitte, Talübergänge und Tunnel. Die Ausführung des Unterbaues für das zweite Gleis unmittelbar neben dem ersten, hätte die Führung an steilen Gehängen im Anschnitt erfordert, eine Anordnung, die sehr schwierig und gefahrvoll geworden wäre. Infolgedessen wurde unterhalb der Station Oyama für das neue Gleis auf etwa 1,6 km Länge die getrennte Führung auf der andern Talseite des Flusses vorgezogen, wobei man aufserdem den Bau zweier Strombrücken ersparte. Der Höhenplan der alten Strecke enthält den Mangel, dafs für die Talbrücken von 30,5 oder 61 m Weite die durchgehende Steigung von 1 : 40 mehrfach durch eine 120 m lange Wagrechte unterbrochen war, für deren Anordnung wohl nur der Grund bestand, dafs man das eiserne Tragwerk nicht in der Neigung zu haben wünschte. Der häufige Neigungswechsel, der bei einer derartigen Steilrampe für Berg- wie Talfahrt keinenfalls zweckmäfsig ist, wurde bei dieser Gelegenheit beseitigt, indem man statt des gebrochenen Längenschnitts längere Stücke durchgehender Steigungen von 1 : 80 oder 1 : 75 anordnete und die eisernen Überbauten in diese Steigungen verlegte.

Beim Bau der Stammstrecke Tokio-Yokohama, der ersten Eisenbahn Japans, wurde der Bahnhof Yokohama merkwürdigerweise so angelegt, dafs er mit der Weiterführung der durchgehenden Linie nach Kobe zur Kopfstation wurde. Demnach müssen alle durchgehenden Züge in Yokohama die Fahrtrichtung wechseln und damit die bekannten, mit jeder Kopfstation verbundenen Nachteile im Betriebe in den Kauf nehmen. Als im Kriege gegen China zahlreiche Truppenzüge von Nordjapan zur überseeischen Verschiffung nach Kobe und Hiroshima durchgeführt werden mufsten, wurde zur Vermeidung der Kopfstation Yokohama eine doppelgleisige Schienenverbindung zwischen den beiden östlich und westlich gelegenen Vorstationen Kanagawa und Hodogaya hergestellt, die sich als äusserst nützlich erwies. Diese Gleisverbindung wird seit 1898 für alle Fernzüge benutzt, so dafs diese seitdem den Bahnhof Yokohama nicht mehr berühren. Gleichzeitig werden besondere Pendelzüge zwischen Yokohama und Hodogaya für die Reisenden von und nach Yokohama gefahren, und diese müssen in Hodogaya umsteigen. Diese mit Zeitverlust verbundene Unbequemlichkeit wird natürlich in einer Handelsstadt von mehr als 420000 Einwohnern sehr unangenehm empfunden und es erscheint daher naheliegend, dafs man, wie verlautet, bei den bevorstehenden umfassenden Neubauten der Eisenbahn, die infolge der grofsen Zerstörungen des Erdbebens vom 1. September 1923 erforderlich werden, auf die gänzliche Beseitigung der Kopfstation in Yokohama Bedacht nehmen wird.

Von besonderer Bedeutung für die Tokaidobahn als deren nördliche Fortsetzung ist die Ausführung der viergleisigen Hochbahn von Tokio mit dem neuen Hauptbahnhof, die, obgleich schon seit längerer Zeit geplant, erst nach Verstaatlichung der früheren Nipponbahn (mit ihrem Endbahnhof Uyeno) mit vollem Erfolge ihrem Hauptzweck dienstbar gemacht werden konnte, die beiden wichtigsten Fernbahnhöfe von Tokio und die Bahnen des Südens und Nordens mit einander zu verbinden. Dezember 1914 wurde der Hauptbahnhof vollendet, nachdem Teile der Hochbahn schon früher fertig gestellt waren. Der alte Bahnhof Shinbashi wird seitdem nur noch für den Güterverkehr benutzt. Die Verlängerung der Hochbahn nach dem Norden der Stadt bis zum Bahnhof Uyeno ist in Ausführung. Der Unterbau der Hochbahn, die

im wesentlichen nach den s. Zt. von den Vortragenden aufgestellten Entwürfen*) ausgeführt zu sein scheint, besteht aus gemauerten Viaduktpfeilern mit Ziegelgewölben und aus eisernen Überbauten für die Strafsenunterführungen. Die Kosten haben 9 976 000 Yen betragen. — Der neue Hauptbahnhof liegt auf dem freien Gelände östlich des kaiserlichen Schlosses und das dreigeschossige Empfangsgebäude westlich vor den von Süd nach Nord durchgehenden Hauptgleisen, die hier zur Aufnahme der vier hochliegenden Zwischenbahnsteige — 2 für den Fern-, 2 für den Ortsverkehr — auseinander gezogen sind. Das stattliche, sehr umfangreiche Gebäude ist in den Formen europäischer Renaissance errichtet und hat 3,8 Millionen Yen gekostet. Aus den ebenerdigen Flurräumen und Tunneln führen Treppen zu den Bahnsteigen hinauf. Gepäck und Postsachen werden durch Aufzüge auf die Bahnsteige befördert. Hochbahnviadukt und das Gebäude des Hauptbahnhofs haben durch das Erdbeben vom 1. September vorigen Jahres nicht wesentlich gelitten. Östlich der hochgelegenen Gleise ist ein Güterbahnhof in Strafsenhöhe angeordnet, der durch zwei mit 1 : 60 steigende Rampengleise an die Hauptgleise angeschlossen ist. Das westliche Gleispaar der Hochbahn dient dem Stadt- und Vorortverkehr, das östliche dem Fernverkehr; auf dem ersteren ist elektrischer Betrieb mit oberirdischer Stromzuführung eingerichtet und seit Mai 1915 bis Yokohama durchgeführt. Auch die westliche Gürtelbahn von Tokio wird von Shinagawa bis Tabata und Akabane seit Dezember 1910 mit vierachsigen, 15 m langen elektrischen Triebwagen betrieben. Ferner steht die im Stadtinnern bei Manseibashi entspringende, nach Westen gerichtete Anfangsstrecke der früheren Kobubahn bis zur Station Nakano, 12,9 km, in elektrischem Betriebe, der noch vor der Verstaatlichung bereits im Jahr 1905 eingerichtet wurde; diese Strecke ist also die erste elektrisch betriebene Vollbahn in Japan. Es besteht die Absicht, hier den elektrischen Betrieb westlich bis zur Station Kokubunji (östlich Hachioji) durchzuführen und auf der Tokaidobahn in südwestlicher Richtung zunächst bis Kodzu auszudehnen, allmählich aber auf der ganzen Strecke von Tokio bis Kobe einzuführen. Die Arbeiten hierfür sollten 1923 begonnen und binnen sieben Jahren, bis 1929, vollendet werden. Die Gesamtkosten waren auf 67 Millionen Yen veranschlagt, wovon 35 Millionen auf die Fahrzeuge entfallen. Es sollen 9 Lokomotiven für besondere Exprefszüge, 46 für gewöhnliche Schnellzüge, 107 für Orts- und Güterzüge beschafft werden. Die Kosten einer Exprefslokomotive sind auf 250 000 Yen, einer Schnellzuglokomotive auf 70 000 Yen veranschlagt. Die Zugkraft der Lokomotiven soll gegen den bisherigen Zustand um 20 bis 30 v. H. gesteigert und die Wagenzahl der Personenzüge auf 12 bis 13 erhöht werden. Auf der Strecke Tokio-Kobe sollen in Abständen von 25 bis 30 km Umformerstationen, also im ganzen etwa 25 errichtet werden; in diesen soll der Drehstrom der durch Wasserkraft betriebenen Kraftstationen in Gleichstrom von 1500 Volt umgeformt werden, so dafs die Zuglokomotiven mit Gleichstrom betrieben werden können. Der Streckenumbau soll von beiden Endpunkten aus in Angriff genommen werden; die ganze Ausführung aber dürfte sich infolge des Erdbebens vom September v. J. etwas verzögern.

2. Die Shin-Etsu- und Usui Pafs-Bahn von Takasaki nordwestlich Tokio in westlicher und nördlicher Richtung über Nagano nach Naoetsu an der Nordwestküste, eine der wichtigsten und verkehrsreichsten Querbahnen, 188,4 km lang, ist von hervorragender technischer Bedeutung wegen des in vereinigtem Reibungs- und Zahnradbetrieb durchgeführten Überganges über den Usui-Pafs, der auf 947 m Meereshöhe mit einer 8,4 km langen Zahnradstrecke mit Höchststeigungen von 1 : 15 (= 67 v. T.) überschritten wird. Die Bahn hatte von Anfang an einen sehr lebhaften durchgehenden Personen- und Güterverkehr, insbesondere kommen hier die Seidenkokons in grofsen Mengen alljährlich regelmäfsig zur Verfrachtung. Es war daher ein erhebliches Wagnis, auf dieser eingleisigen Hauptbahn durch Anwendung von Dampflokomotiven Abtscher Bauart in vereinigtem Reibungs- und Zahnradbetrieb die Wagenzüge des gewöhnlichen Betriebes über die hochgelegene Wasserscheide der Zahnradstrecke zu befördern. Die Linienverhältnisse dieser Strecke sind infolge des gebirgigen Geländes insofern besonders schwierig, als auf der östlichen Steilrampe vor der Wasserscheide bei Karuizawa 26 Tunnel von 4,45 km Gesamtlänge, der längste 550 m lang, erforderlich wurden; auch fünf gröfsere gewölbte Viadukte, z. T. von beträchtlicher Höhe über der Talsohle kamen hier zur Ausführung. Die Zahnradstrecke ist mit eisernem Oberbau ausgerüstet, der in Deutschland angefertigt wurde; die Zahnstange besteht aus drei Flacheisen-Lamellen mit versetzten Stöfsen nach dem Vorbild der Harzbahn Blankenburg—Tanne; ungefähr in der Mitte der Zahnstrecke ist eine wagrechte Kreuzungsstation (bei Kumanodaira) angelegt. Am 1. April 1893 wurde der Betrieb eröffnet; die ersten Zahnradlokomotiven stammten aus der Deutschen Lokomotivfabrik von Kessler in Esslingen. Bei dem stetig wachsenden Verkehr ergaben sich alsbald beträchtliche Schwierigkeiten im Betriebe aus der sehr starken Rauchentwicklung in den Tunneln bei der verhältnismäfsig langsamen Bergfahrt, wobei die am Schlufs des Zuges befindliche Lokomotive aus den ihr in grofser Menge entströmenden Rauchgasen nicht herauskommt. Diese Rauchplage war für die Reisenden und das Lokomotivpersonal äufserst lästig, bei letzterem kamen sogar Ohnmachtsanfälle vor. Diesen Schwierigkeiten wurde zunächst dadurch mit Erfolg abgeholfen, dafs man am untern Mundloch der Tunnel Vorhänge aus Segeltuch anbrachte, die unmittelbar nach Einfahrt des Zuges in den Tunnel geschlossen wurden. Die von der Zuglokomotive in grofser Menge ausgestofsenen Dämpfe schlagen sich im Tunnel alsbald nieder und da der geschlossene Vorhang ein Nachströmen frischer Luft durch das untere Tunnelmundloch verhindert, so bildet sich hinter der Lokomotive ein luftverdünnter Raum, in dem die Rauchgase zurückgehalten werden, vom oberen Tunnelmundloch aus wird frische Luft von aufsen heftig angesogen, die von den Reisenden in den Wagen als kühler Luftstrom höchst angenehm empfunden wird. Sobald der Zug den Tunnel durch das obere Mundloch verlassen hat, wird der Vorhang geöffnet und der ganze Rauchschwaden zieht nun mit einem Male schnell nach oben hin ab, so dafs sich die Luft im ganzen Tunnel erneuert. Mit Einführung der Tunnelvorhänge war also die Rauchplage überwunden.

Indefs stieg der Verkehr weiter, so dafs man bei den durch die Linienverhältnisse beschränkten Zugeinheiten bald an die Grenze der Leistungsfähigkeit — 36 Zugfahrten für den Tag — kommen mufste. Gründliche Abhilfe schuf man durch Einführung elektrischen Betriebes, der im Mai 1912 eröffnet werden konnte. Es sind 12 elektrische Lokomotiven von je $42\,^1/_2$ t Dienstgewicht mit zwei Motoren von je 330 PS beschafft worden; der elektrische Strom wird ihnen durch eine dritte, neben dem Gleis angeordnete Schiene zugeleitet. Es werden jetzt Züge von 14 Wagen durch zwei zusammengekuppelte Lokomotiven befördert und die Fahrzeit für die Bergfahrt konnte auf der Zahnradstrecke von 70 auf 43 Minuten herabgesetzt werden. Die Kraftstation zur Lieferung des elektrischen Stromes von 650 Volt Spannung liegt an der unteren Endstation der Zahnstrecke bei Yokogawa und ist mit drei Dampfturbinen zu je 1 000 kW ausgerüstet, die dreiphasigen Strom von 6600 Volt erzeugen. Dieser wird durch unterirdisch verlegte Kabel den beiden Unterstationen zugeleitet

*) Vergl. „Die Hochbahn von Tokio", vom Verf. in der Ztschr. d. Vereins Deutscher Ingenieure 1903 Nr. 47, 50 und 51, Seite 1689, 1805, 1847 u. ff.

und daselbst in sechsphasigen Strom von 240 Volt und sodann in Strom von 650 Volt umgeformt. Die beiden Unterstationen sind an dem höchsten und tiefsten Punkt der Zahnstrecke angelegt. Die Stromleiterschiene ist eine Stahlschiene von Doppelkopfform mit rund 30 kg metrischen Gewichts; ihre Kontaktfläche liegt 159 mm über S. O., in einem Abstande von 1,473 m von der Gleismitte.

Die Kosten der Einrichtung des elektrischen Betriebes haben rund 2 269 000 Yen betragen; davon entfallen auf:

die Kraftstation in Yokogawa .	763 648 Yen
die zwei Unterstationen	311 471 »
die Streckenausrüstung	541 065 »
die elektrischen Lokomotiven .	472 810 »

Die Bewältigung des hier vorliegenden starken Verkehrs auf dieser schwierigen Gebirgslinie im elektrischen Betriebe ist jedenfalls eine sehr beachtenswerte Leistung.

3. Die Chuo- oder Nakasendo-, d. h. Inlandbahn von Hachioji, westlich Tokio, über Kofu in nordwestlicher Richtung nach Shiojiri, hier sich gabelnd in eine nördliche Linie über Matsumoto nach Shinonoi, Nagano und Naoetsu zur Westküste, und in eine südwestliche Linie durch das Kisotal nach Nagoya, im ganzen etwa 480 km, erschliefst die ganz im Binnenland gelegenen Provinzen Kai, Shinano und Mino und ist infolge des von ihr durchschnittenen Gebirgslandes ebenso reich an schwierigen Kunstbauten, Brücken, Tunneln usw. wie an malerischen Gebirgsszenerien und anmutigen Landschaftsbildern. Die Bahn verdankt ihr Entstehen im wesentlichen der Forderung der Landesverteidigung, für die an der Südküste der Hauptinsel Hondo geführte Tokaidobahn aus strategischen Rücksichten eine den militärischen Angriffen von der See her gänzlich entzogene Ersatzlinie im Innern des Landes zu gewinnen. Wie bei allen Querbahnen des Landes sind die Linienverhältnisse sehr ungünstig, Höchststeigungen bis 1 : 40 und schärfste Krümmungen bis zu 300 m Halbmesser. Durch Erschliefsung der wichtigen Seidenbezirke von Okaya und Suwa am See Suwako wird die Verfrachtung der Maulbeerblätter und Seidenkokons erleichtert und auf gröfsere Entfernungen ermöglicht und dadurch die für Japan äufserst wichtige Seidenausfuhrindustrie erheblich gefördert. Die Strecke westlich Hachioji bis Kofu enthält auf 85 km 42 Tunnel mit einer Gesamtlänge von 18,8 km, darunter der Sasagotunnel von 4,65 km Länge, 1902 vollendet, und der Kobotoketunnel, 2,55 km lang, 1900 vollendet. Im Kisotal wurden mehrere grofse Brückenbauten, zahlreiche Futtermauern, Dämme bis 40 m Höhe, tiefe Felseinschnitte u. dergl. erforderlich. Die Bahn ist wegen ihrer technischen Schwierigkeiten und landschaftlichen Schönheiten eine besondere Sehenswürdigkeit des Landes.

4. Die Querbahn Fukushima-Yonezawa bildet das Anfangsglied der in Fukushima aus der Nordbahn Tokio-Aomori nach Nordwesten abzweigenden Ou-Bahn, die über Yamagata und Akita nahe der japanischen Nordwestküste bis Aomori durchgeführt ist; sie verdient als schwierige 40,8 km lange Bergstrecke über den Itaya-Pafs, der mit Rampen von 1 : 30 Höchststeigung und Krümmungen von 300 m kleinsten Halbmessern auf einer Höhe von 627 m über dem Meere überschritten wird, wegen ihrer eigenartigen Stations- und Fanggleis-Anlagen Erwähnung. Die beiden Zwischenstationen vor und unmittelbar hinter der Wasserscheide, die in einem 1615 m langen Scheiteltunnel erreicht wird, sind neben dem in unverminderter Steigung durchgehenden Hauptgleis so angelegt, dafs die unmittelbare Einfahrt nur für einen in der Talfahrt befindlichen Zug möglich ist, während der in der Bergfahrt eintreffende Zug nur durch Zurücksetzen, nachdem er in der Steigung über die Bahnhofsweiche hinaus vorgezogen ist, in die wagrecht liegende Station einfahren kann. Umgekehrt kann die Ausfahrt aus der Station ohne weiteres nur für einen zu Berg fahrenden Zug erfolgen, während bei der Talfahrt der Zug zunächst in der Steigung bis über die Bahnhofsweiche zurücksetzen mufs, um dann erst nach Umstellen der Weiche in die Gefällstrecke einzufahren. Die Anordnung gestattet auch ein Kreuzen von Zügen, wobei der später eintreffende Zug der Berg- oder der Talfahrt an der Station ohne anzuhalten vorbeifahren mufs, wenn nicht ein besonderes Kreuzungsgleis in der Station vorgesehen ist; die Anordnung ist von der sogen. »Spitzkehre« insofern also grundverschieden, als die Züge für die Weiterfahrt ihre Fahrrichtung unverändert beibehalten; sie ist mit erhöhter Betriebssicherheit verbunden, indem ein Ablaufen von Wagen aus der Station in die Gefällstrecke ausgeschlossen ist. Auch die Baukosten werden günstig beeinflufst, weil die Länge der für die Station erforderlichen Wagrechten bei der zur Ersteigung der Gesamthöhe erforderlichen Längenentwicklung der Linie nicht in Anrechnung kommt. Das Zurücksetzen in einer Steigung von 1 : 30 dürfte aber nur für kürzere Güterzüge unbedenklich sein und erfordert jedenfalls grofse Aufmerksamkeit und Vorsicht im Betriebe.

An den Fufspunkten der beiden 17 und 11 km langen Steilrampen (1 : 30) der Linie, oberhalb der Stationen Niwasaka und Sekine, km 7 und 35, ist vor der Einfahrt in die Station ein sog. Fanggleis, 2,2 und 1,4 km lang angelegt, das nach einer kurzen Gefällstrecke von 1 : 60 vor Niwasaka eine längere Wagrechte, 280 m, daran anschliefsend Gegensteigungen nacheinander 1 : 100, 1 : 40 und 1 : 25 in den Längen von 520, 440, 360 m nebst einer Wagrechten von 520 m, durch Prellbock abgeschlossen aufweist. Bei der Anlage von Sekine sind die Abmessungen etwas geringer. Das Fanggleis soll etwa von oben her ablaufende Wagen oder Zugteile auffangen und durch den Widerstand der Gegensteigung allmählich zum Stillstand bringen, ohne dafs sie in der vorliegenden Station Unheil anrichten können. Das Fanggleis bei Niwasaka zweigt aus dem mit 1 : 60 fallenden Hauptgleis mittels einer Linksweiche ab und dreht sich mit einer kurzen Krümmung von 240 m Halbmesser, auf die eine längere von 500 m Halbmesser folgt, um nahezu 180°, so dafs es in seinem oberen Auslauf ungefähr mit dem Hauptgleis gleichgerichtet ist und sich dem Gelände gut anpafst. Die Ablenkungsweiche im Hauptgleis mufs stets auf das Fanggleis gestellt bleiben und wird nur für die durchfahrenden Züge geöffnet. Im April 1899 wurden in Gegenwart des Verfassers Versuche mit dem Fanggleis in Niwasaka angestellt. Ein von beträchtlicher Höhe abgelassener Güterwagen durchfuhr mit hoher Geschwindigkeit den krummen Strang der Weiche und entgleiste unmittelbar dahinter in der Gleiskrümmung von 240 m Halbmesser, ohne überhaupt in die obere Gegensteigung des Fanggleises zu gelangen. Die der Weichenkrümmung fehlende Überhöhung der äufseren Schiene mufste bei der beträchtlichen Ablaufgeschwindigkeit, die mindestens 63 km/Std. betragen haben dürfte, zu der Entgleisung führen. Die Anlage des Fanggleises, das demnach überhaupt nicht zur Wirkung gelangte, erwies sich als verfehlt; die Kosten der Anlage, die auf 200 000 M. angegeben wurden, erschienen nutzlos aufgewendet. Die Zwecklosigkeit derartiger Fanggleise, die noch an einigen anderen Stellen in Japan ausgeführt sind, dürfte damit zweifelsfrei festgestellt und jetzt auch in Japan erkannt sein. Ausführungen ähnlicher Art auf Eisenbahnen in Europa sind dem Verfasser bisher nicht bekannt geworden.

5. Die Nipponbahn, 1906 verstaatlicht, umfafst im wesentlichen die Bahnen nördlich von Tokio, insbesondere die Stammbahn von Tokio über Omiya, Utsunomiya, Fukushima und Sendai nach der nördlichen Hafenstadt Aomori, 735 km, von wo Reisende und Güter mittels des der Bahn angegliederten Dampferdienstes nach Hakodate auf der 60 Seemeilen entfernten nördlichen Insel Hokkaido, mit Dampfer oder Fährschiff überführt werden. Die Nipponbahn hat im allgemeinen günstige Linienverhältnisse. Die Stammbahn ist vom Bahnhof Uyeno

in Tokio bis Utsunomiya doppelgleisig; in letzter Station zweigt nordwestlich eine Bahn ab nach Nikko, der berühmten Tempelstadt, die mit ihren weihevollen Schogungräbern als Nationalheiligtum Japans gilt und von zahllosen Wallfahrern und allen Fremden besucht wird. Die Strecke hat daher einen besonders lebhaften Personenverkehr.

6. Die Sanyobahn von der Hafenstadt Kobe entlang der Südküste der Hauptinsel Hondo nach Shimonoseki (japanisch Bakan) 442 km, bis Himeji zweigleisig, hat sehr schlanke Linienverhältnisse und konnte daher frühzeitig einen guten Schnellzugdienst für den durchgehenden Reiseverkehr ausbilden. Die Fahrt auf der Stammbahn entlang der in Wort und Bild gefeierten Inlandsee bietet viele malerische Landschaftsbilder und ist insofern besonders genufsreich. Die Reisenden und Güter des durchgehenden Verkehrs werden in Shimonoseki durch Fährboot über die Meerenge von Moji nach der südlichen Insel Kiushiu übergesetzt. Die sehr verkehrsreiche Meerenge, in der ein Ebbe- und Flutstrom von ungewöhnlicher Stärke besteht, ist an der schmalsten Stelle nur etwa 600 m breit und schon lange werden hier Pläne zur Ausführung einer unterirdischen Tunnelverbindung für den durchgehenden Eisenbahnverkehr erwogen; eine feste Brücke ist wohl wegen der Schiffahrt und mit Rücksicht auf die Landesverteidigung ausgeschlossen.

7. Die Kiushiubahn besteht im wesentlichen aus der im Dezember 1888 vollendeten Stammbahn von der Nordspitze der Insel nach Westen und Südwesten, d. h. über Kokura nach Hakata, Tosu, Kurume, Kumamoto und Yatsushiro, 230 km, mit den beiden westlichen Zweigbahnen nach dem Handelshafen Nagasaki und dem Kriegshafen Sasebo. Die ersten Abschnitte Moji-Hakata und Tosu-Kumamoto der damaligen Privatbahn wurden von unserem Landsmann Rumschöttel, nachmaligem Direktor der Schwartzkopffschen Lokomotivfabrik, unter Verwendung deutscher Oberbaustoffe und Fahrzeuge, erbaut. Der im Nordosten der Insel liegende japanische »Kohlenbezirk« nebst dem staatlichen Stahlwerk von Yawata, gegenüber Wakamatsu, werden von der Kiushiubahn bedient.

Über die Ausführung der Eisenbahnen im allgemeinen ist anzuführen, dafs sie in ihrem Höhenplan dem Gelände meist übermäfsig angepafst sind, um den Umfang der Erdarbeiten einzuschränken; die Folge sind sehr rasch aufeinanderfolgende Gefällwechsel, viele verlorene Steigungen (besonders an Stromübergängen) und Gefälle und starke Krümmungen der Linien. Der Schutz gegen Hochwassergefahren ist nicht immer ausreichend, zumal die unregulierten Ströme bei Hochwasser ihren Lauf oft stark ändern und dabei die Endwiderleger wegreifsen oder hinterströmen. Dabei werden längere Betriebsunterbrechungen oft unvermeidlich, aber die Wiederherstellungsarbeiten werden meist mit Geschicklichkeit und Schnelligkeit durchgeführt. Die Stationsgebäude sind im allgemeinen in der landesüblichen Bauweise, durchaus zweckentsprechend hergestellt; massive Gebäude mit europäischen Architekturformen, die eine monumentale Wirkung erzielen sollen, sind nur an einzelnen Punkten, wie Tokio, Yokohama, Kyoto, Osaka, ausgeführt. Die weitgehende Ausstattung der Stationen mit Brunnen und zweckmäfsig angelegten Wascheinrichtungen für die Reisenden ist hervorzuheben. Die Bahnsteige werden etwas erhöht neben den Gleisen angelegt und zwar meist als Aufsenbahnsteige, und durch ziemlich steile Treppen und Gleisbrücken so miteinander verbunden, dafs ein Überschreiten der Gleise in Schienenhöhe vermieden wird; Bahnsteigtunnel kommen sehr selten zur Anwendung.

Betrieb und Verkehr: Die vorhandenen drei Klassen der Personenwagen stehen in der Ausstattung etwa unserer zweiten bis vierten Klasse gleich; der gewöhnliche Japaner duldet klaglos in der dritten Klasse auf den ziemlich engen und schmalen Sitzbänken eine starke Zusammenpferchung; dagegen reist der vornehme Japaner und der Europäer in der gepolsterten ersten und zweiten Klasse recht bequem. Das fehlende Kopfpolster vermifst der weniger verweichlichte Japaner nicht, da er in jeder Körperhaltung schlafen kann. Die durchgehenden Schnellzüge führen lange Wagen mit Drehgestellen und Eingängen an den Endplattformen. Während diese Wagen sich durch ruhigen Gang auszeichnen, kann man dies den zweiachsigen Wagen mit kurzem Radstande weniger nachrühmen, die in den gewöhnlichen Zügen überwiegen. Die Schnellzüge der Hauptlinien haben meist Schlaf- und Speisewagen, deren Einrichtung und Ausstattung einwandfrei ist; elektrisch angetriebene Fächer sorgen in der heifsen Jahreszeit für Lüftung und Kühlung. Die reichlich angeordneten, mit Sonnenblenden versehenen Fenster machen die Hitze und Schwüle der Sommermonate erträglich, wobei freilich infolge der sehr weichen, stark rufsenden japanischen Kohle die Rauch- und Rufsbelästigung oft recht unangemehm fühlbar wird. Die Schnellzüge sind meist elektrisch beleuchtet, während die Öllampen in den gewöhnlichen Zügen oft eine nur dürftige Beleuchtung der Wagen darbieten.

Bei den Güterwagen macht sich das allmähliche Ansteigen des Ladegewichts stark bemerkbar; der Durchschnitt beträgt zur Zeit etwa 11,45 t. Bei der Kohlenbeförderung sind Trichterwagen und Wagen von 18 t Ladegewicht in Anwendung. Als Kupplung wird überwiegend eine selbsttätige Mittelkupplung nach nordamerikanischer Form verwendet. Als durchgehende Bremse dient in den Personenzügen die Hardysche Luftsaugebremse; für die Güterzüge soll die Einführung der Kunze-Knorr-Bremse in Aussicht genommen sein.

Die Lokomotiven arbeiten vielfach mit Heifsdampf. Ölfeuerung ist auf vielen Strecken in Gebrauch, um die in den Tunneln der Steilrampen sonst unvermeidliche Rauch- und Rufsbelästigung zu verhüten, die durch die weiche Kohle sehr gesteigert wird. Zu demselben Zwecke wird auf Strecken mit starken Steigungen auch Ölfeuerung mit Kohle gemischt angewendet. Dieser gemischte Brennstoff wurde auch auf Zügen eingeführt, die durch Stadt- und Vorortbezirke fahren, um Schadenfeuer zu verhüten und die Rauchbelästigung zu verringern.

Trotz der Schmalspur reist der Europäer auf der Eisenbahn recht bequem und die landschaftliche Schönheit der Umgebung, z. B. an der Inlandsee oder an den Gebirgsübergängen und in den malerischen Flufstälern, wie z. B. im Kisotale der Nakasendobahn, macht das Reisen höchst reizvoll.

Die Fahrgeschwindigkeit der Züge ist im allgemeinen bescheiden und erreicht etwa die unserer Nebenbahnen; sie wird beeinträchtigt durch die Schmalspur, durch das Überwiegen der starken Steigungen und Krümmungen und durch die Eingleisigkeit der Strecken. Ausnahmen bilden einige Schnellzüge der Tokaido-, Nippon- und Sanyobahn, bei denen Reisegeschwindigkeiten von 50 km/Std. erzielt werden. Auf Beschleunigung der Züge ist man im fernen Osten im allgemeinen weniger bedacht, als in dem überhastigen Europa, weil man dort den Wert der Zeit noch nicht so hoch schätzt, als bei uns. Die Pünktlichkeit des Zugdienstes leidet durch die zahlreichen gemischten Züge, bei denen die Bedienung des Güterverkehrs Anlafs zu Verspätungen gibt, und durch die überwiegende Eingleisigkeit der Strecken (86,5 %), auf denen sich jede einmal eingetretene Verspätung auf die kreuzenden und nachfolgenden Züge überträgt. Dieser Unpünktlichkeit steht der Japaner aber im allgemeinen sehr duldsam gegenüber, da ihm die Hast des Europäers fremd ist.

Das Signalwesen beruht auf dem englischen Signalsystem, dessen Formen auf den Staatsbahnen eingeführt sind; nach englischem Vorbild wird auch links gefahren. Weichen- und Signalstellwerke sind auf gröfseren Stationen in Anwendung und werden allmählich immer mehr eingeführt. Befremdlicher Weise sind die Eisenbahnen nach englischen Meilen (und

Chains) eingeteilt, das heimische nationale Mafs des Ri, Ken und Shaku ist hierbei unterdrückt; sogar die Tarife im Personen- und Güterverkehr werden nach dem schwerfälligen englischen Mafs berechnet.

Das Wirtschaftsbild der Staatsbahnen hat sich seit der Verstaatlichung von 1906 ungemein günstig entwickelt. Der Weltkrieg brachte Japan aufserordentliche Vorteile und verhalf vor allem seiner Industrie zu grofser Selbständigkeit. Aber die schweren Erschütterungen des europäischen Wirtschaftslebens blieben nicht ohne Wirkung bis nach dem fernen Osten, wie die nachstehende Übersicht der Betriebsergebnisse für die Rechnungsjahre 1914/15 bis 1920/21 erkennen läfst. Zum ersten Male zeigt sich für 1920/21 ein Rückgang gegen das Vorjahr im Reinüberschufs von 64,4 auf 54,4 Millionen Yen und in der Kapitalverzinsung von 7,7 auf 7,0 %. Infolge der

	1914/15	1918/19	1919/20	1920/21
	in Millionen Yen			
Roheinnahme	112,2	243,5	309,9	350,7
Betriebsausgabe	57,2	144,1	202,8	242,2
Betriebszahl %	50,97	59,17	65,4	69,1
Betriebsüberschufs	55,0	99,4	107,1	108,5
in % des Anl.-Kapitals	5,5	7,8	7,7	7,0
Reinüberschufs	—	47,4	64,4	54,4

aufserordentlichen Steigerung der Arbeitslöhne und fast aller Rohstoffpreise zeigen die Betriebsausgaben eine Zunahme von 202,8 auf 242,2 Millionen, d. h. um 19,4 %, während die Roheinnahmen von 309,9 auf 350,7 Millionen, also nur um 13,15 % gestiegen sind. Daher das Ansteigen der Betriebszahl von 65,4 auf 69,1 %. Es ist also auch hier dafür gesorgt, dafs die Bäume nicht in den Himmel wachsen. Das furchtbare Erdbeben vom 1. September 1923, dessen Wirkungen den Staatsbahnen nach japanischen Mitteilungen einen Schaden von rund 95 Millionen Yen verursacht haben sollen, wird zunächst eine weitere Trübung des Wirtschaftsbildes herbeiführen.

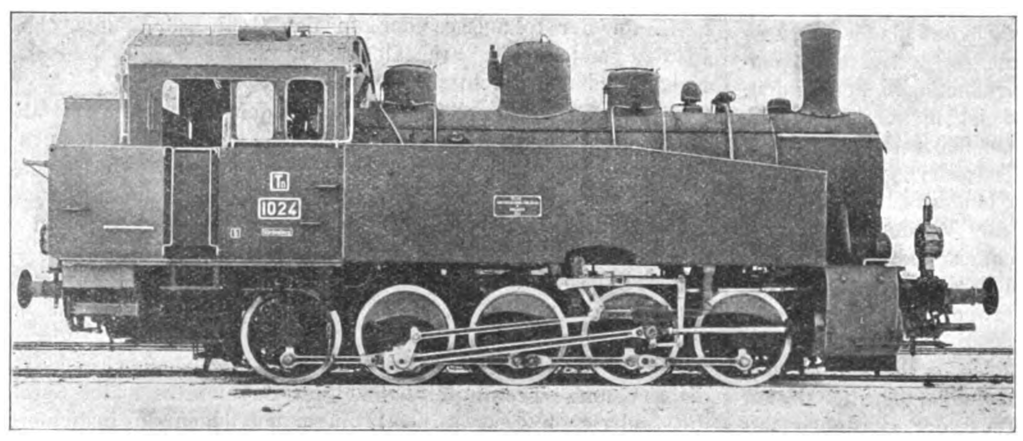
Infolge des Wettbewerbs der Küstenschiffahrt ist das Erträgnis des Güterverkehrs gegenüber dem Personenverkehr noch immer recht gering; für die Rechnungsjahre 1919/20 und 1920/21 belief sich die Einnahme aus dem Güterverkehr auf 131,8 und 132,0 Millionen Yen gegenüber einer Einnahme aus der Personenbeförderung von 141,5 und 180,2 Millionen. Der Personenverkehr ist ungemein lebhaft, er umfafst in den genannten Jahren 357,8 und 405,8 Millionen Reisende, während nur 59,9 und 56,6 Millionen Gütertonnen befördert wurden. Die Durchschnittsfahrt für die Person betrug 22,2 und 20,7 engl. Meilen, dagegen für die Gütertonne 105,0 und 104,7 engl. Meilen.

Der Betriebsabschlufs der Staatsbahn bleibt trotz des eingetretenen Rückschlages von einem Fehlbetrage noch weit entfernt, und das Staatsbahnsystem wird in Japan als grofse wirtschaftliche Wohltat empfunden.

E-h 2 Nebenbahn Tenderlokomotive der früheren Württembergischen Staatsbahn.

Als Ersatz für ältere, zu schwache und unwirtschaftlich arbeitende Nafsdampflokomotiven im Nebenbahnbetrieb hat die frühere Württembergische Staatsbahn in den Jahren 1921 und 1922 noch 30 E-Tenderlokomotiven nach eigenem Entwurf in Dienst gestellt, die von der Maschinenfabrik Efslingen gebaut wurden. Dem genannten Verwendungszweck entsprechend sollten die Lokomotiven mit vollen Vorräten einen gröfsten Achsdruck von nicht mehr als 12,5 t erhalten (tatsächlich ist derselbe etwas gröfser ausgefallen); auch sollten sie einerseits befähigt sein, Krümmungen bis herab zu 100 m Halbmesser zwanglos zu durchfahren und andererseits bei einer Höchstgeschwindigkeit von 50 km/Std. in der Geraden und in Krümmungen noch vollkommen ruhigen und sicheren Gang haben.

Abb. 1. E-h 2 Nebenbahn-Tenderlokomotive der früheren Württembergischen Staatsbahnen.



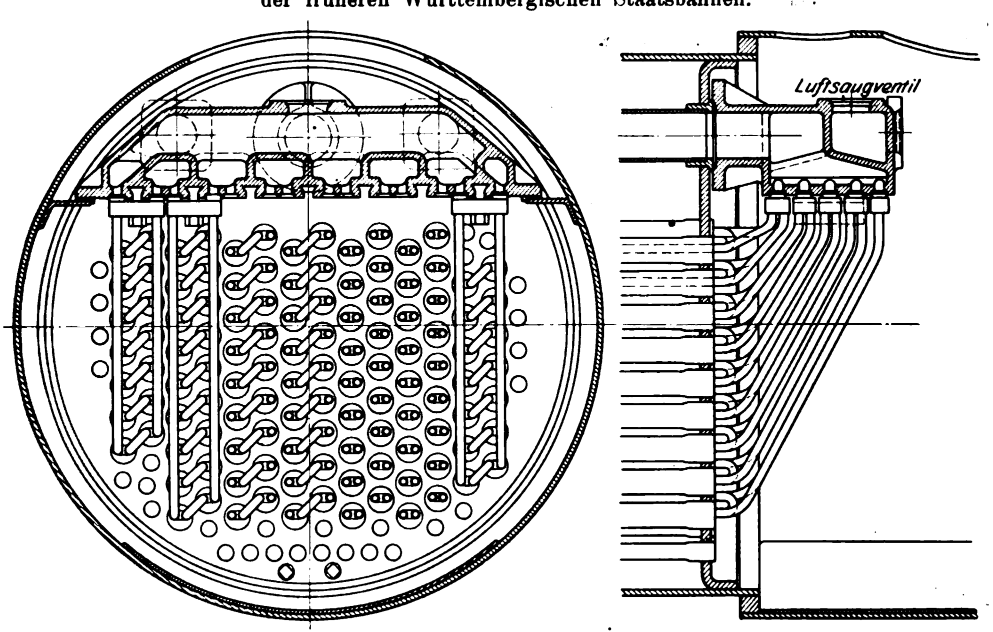
Es ist deshalb die Gölsdorfsche Achsenanordnung gewählt worden, die in Württemberg seit 1905 an einer grofsen Anzahl von E und 1 F-Lokomotiven mit gutem Erfolg verwendet wird; die erste, dritte und fünfte Achse haben beiderseits in den Lagern 22 mm, die Kuppelstangen auf den entsprechenden Zapfen 25 mm Seitenverschiebung. Die Rahmenwangen bestehen aus 20 mm starken Blechen, die durch senkrechte und wagrechte Blechversteifungen gut verbunden sind. Die Tragfedern liegen sämtlich unter den Achsen; diejenigen der beiden vorderen und der beiden hinteren Achsen sind je durch Ausgleichhebel verbunden, die mittlere Achse ist für sich abgefedert. Die Zughaken haben seitliches Spiel; ihr Angriffspunkt ist möglichst nahe an die Endachsen gelegt; als Stofsvorrichtung dienen Doppelfeder-Hülsenpuffer der alten und bewährten württembergischen Bauart.

Die Zylinder mufsten leicht geneigt gelegt werden und treiben die vierte Achse an. Sie haben Kolbenschieber von 260 mm Durchmesser mit schmalen, federnden Ringen. An Stelle von Umlaufhähnen sind selbsttätige Umlaufventile*) vorgesehen. Im Betrieb hat es sich gezeigt, dafs diese beim Öffnen des Reglers sehr langsam und teilweise ruckweis schliefsen. Im gewöhnlichen Dienst der Lokomotive vor dem Zug ist dies ohne Belang, macht aber die Bedienung für genaues Vorfahren vor den Zug, an den Wasserkran oder auf die Drehscheibe unsicher. Durch Erweiterung der Bohrung zwischen Zylinder und Ventil von ursprünglich 10 auf 20 mm konnte indessen dieser Mifsstand behoben werden. Zur Entwässerung sind an jedem Zylinder zwei Hähne mit Handzug vorgesehen. Das Schmieren der Zylinder und Schieber sowie der Zylinder- und Schieberstangen besorgt eine Bosch-Schmierpumpe vom Führerhaus aus. Die Kolbenstange hat trotz ihrer grofsen Länge von fast 2 m nicht die sonst bei dieser Achsanordnung meist übliche zusätzliche Führung erhalten. Die Kuppelstangen haben, wie bei allen

*) Siehe ZVDJ. 1923, Nr. 34.

württembergischen Lokomotiven seit 1905 üblich, ausgebüchste Köpfe ohne Nachstellkeile; nur die Lager am Treibzapfen und am Kreuzkopf sind nachstellbar. Treib- und Kuppelzapfen sind aus Flufseisen mit gehärteter Oberfläche. Die Schwinge ist fliegend gelagert; die Umsteuerwelle liegt unmittelbar hinter ihr und greift mit dem Aufwerfhebel an ihr vorbei in die Schleife der Schieberschubstange. Diese Bauart ist schon während des Kriegs an der D-Tenderlokomotive Klasse T 6 zur Ausführung gekommen und bildet gewissermafsen den Übergang von der ursprünglichen Bauart der Kuhnschen Schleife zu der Anordnung von Borsig an den neueren Reichsbahnlokomotiven. Zum Umsteuern dient ein Handrad mit Schraube.

Abb. 2. Dampfsammelkasten Schmidtscher Bauart der E-h 2 Nebenbahn-Tenderlokomotive der früheren Württembergischen Staatsbahnen.



Der Kessel ist möglichst in Anlehnung an die seit 1910 in annähernd 100 Stück gebaute 1 C 1-Tenderlokomotive Klasse T 5 entworfen worden, wie überhaupt mit Rücksicht auf die Unterhaltung, soweit irgend angängig, Teile dieser Lokomotive verwendet worden sind. Der Langkessel besteht aus zwei zylindrischen Schüssen von 1422 und 1450 mm innerem Durchmesser mit 14 mm Blechstärke. Er enthält aufser 29 Heizrohren noch 130 eiserne, mit Kupferstutzen versehene Rauchrohre, die sämtlich mit Überhitzerschlangen von 20/25 mm Durchmesser besetzt sind. Die Längsnaht hat doppelte Laschennietung, die Rundnähte haben zweireihige Überlappungsnietung. Die kupferne Feuerbüchse ist einreihig genietet, ebenso der Bodenring. Die Feuerbüchsrohrwand ist mittels Bügelankern aus Flufseisengufs abgesteift; die Stehbolzen sind aus Kupfer. Der Kessel ist ausgerüstet mit Flachregler, Feuergewölbe, Kipprost und zwei besonders zu bedienenden Bodenklappen im Aschkasten, einer Dampfbrause unter dem Rost, einer nach innen schlagenden Feuertür sowie mit zwei Hochhub-Sicherheitsventilen Bauart Ackermann, die hinten am Dom sitzen. Diese Hochhubventile sollen im Stand sein, rasch grofse Dampfmengen abzuführen und dazu vor dem üblichen Coaleventil den Vorzug leichterer Einstellbarkeit voraushaben. Zur Regelung des Wasserstandes dienen zwei nichtsaugende Strahlpumpen von Friedmann und zwei Wasserstände Bauart Röver und Neubert. Auf den Einbau eines Vorwärmers wurde der Einfachheit halber verzichtet. Die Rauchkammer ist durch einen zwischengelegten Flufseisenring auf den Durchmesser der Kesselverkleidung gebracht. Der Sammelkasten ist neuester Schmidtscher Bauart; er liegt wie beim Grofsrohrüberhitzer über den Überhitzerschlangen, die auch ebenso wie bei jenem in ihm befestigt sind (Abb. 2). Auf der Heifsdampfkammer sitzt ein grofses selbsttätiges Luftsaugeventil.

Die beiden seitlich angeordneten Wasserkästen haben je einen 1200 mm langen Einlauf, die Klappdeckel lassen sich vom Führerhaus aus bedienen. Der Kohlenbehälter liegt hinter dem Führerhaus und hat im mittleren Teil einen erhöhten Aufbau. Das Führerhaus hat seitliche Schutzfenster für beide Fahrtrichtungen; auf seiner Rückseite ist ein zweiter Pfeifenzug für Rückwärtsfahrt vorgesehen. Die Tritte zum Führerhaus sind zur Aufnahme von Mannschaften bei gelegentlichen Verschiebefahrten reichlich bemessen; demselben Zweck dienen Tritte und Handgriffe am vorderen Ende der Lokomotive.

Die Lokomotiven sind mit einer auf sämtliche Räder von vorn wirkenden Wurfhebelbremse sowie mit einer Westinghouse-Luftdruckbremse nebst Zusatzbremse ausgerüstet; bei einer Anzahl von ihnen sind versuchsweise Luftpumpen Bauart Fahdt zur Verwendung gekommen, die im Gegensatz zu den seitherigen Bauarten von Westinghouse und Knorr zwischen den beiden Luftzylindern nachstellbare Stopfbüchsen besitzen und sich deshalb im Dampfverbrauch günstiger stellen sollen. Aus zwei auf dem Kessel sitzenden Sandkästen, einem für jede Fahrtrichtung, wird Sand vor jeweils zwei von den drei mittleren Achsen geworfen. Zur Betätigung dient Prefsluft nach Knorr. Von der übrigen Ausrüstung ist noch zu erwähnen eine Radreifennäfsvorrichtung für beide Fahrtrichtungen, Geschwindigkeitsmesser teils von Haushälter, teils von Junghans sowie ein Luftläutewerk Bauart Busse. Auf Gasbeleuchtung wurde in Anbetracht der Verwendung auf Nebenstrecken verzichtet. Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	13 at
Zylinderdurchmesser d	500 mm
Kolbenhub h	560 »
Kesselmitte über Schienenoberkante	2450 »
Feuerbüchse: Länge	1950 »
» » : Weite	1016 »
Heizrohre: Anzahl	29 Stck.
» » : Durchmesser	40/45 mm
Rauchrohre: Anzahl	118 Stck.
» » : Durchmesser	64/70 mm
Rohrlänge	3500 »
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	10,38 qm
» » » Rohre	95,75 »
Heizfläche des Überhitzers	57,20 »
» — im Ganzen — H	163,33 »
Rostfläche R	1,97 »
Durchmesser der Treibräder D	1150 mm
Fester Achsstand	2580 »
Ganzer Achsstand	5160 »
Dienstgewicht (Reibungsgewicht) G (G_1)	64,3 t
Leergewicht	48,3 t
Vorrat an Wasser	8,0 cbm
» » Brennstoff	3,0 t
Zugkraft $Z = 0{,}6 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 \cdot h : D =$	9500 kg
H : R	83
H : G	2,53
Z : H	58,1
Z : G	148

Im Betrieb haben sich die Lokomotiven bisher gut bewährt. Beispielsweise mufsten sie auf der Schwarzwaldstrecke Rottweil-Villingen, die längere Steigungen mit 10 ‰ aufweist, im Jahr 1923 den schweren Umleitungsverkehr übernehmen, als die badische Rheintalstrecke infolge des Franzoseneinbruchs bei Offenburg gesperrt war. Die im Betrieb für die Lokomotiven zugelassenen Belastungen betragen etwa 75 % der von Garbe für die preufsische E-Tenderlokomotiven Klasse T 16 angegebenen Werte, entsprechend dem Verhältnis der Reibungsgewichte der beiden Lokomotiven (Tn : G_1 = 64,3 t; T 16 : G_1 = 80,8 t). Mit besonderem Interesse sah man auch dem Kleinrohrüberhitzer entgegen. Um ein Bild von dessen Wirkung zu erhalten, wurden im Mai 1923 im Beisein eines Vertreters der Schmidtschen Heifsdampfgesellschaft besondere Versuchsfahrten auf der obengenannten Strecke Rottweil—Villingen und auf der Strecke Rottweil—Spaichingen ausgeführt. Dabei wurden Temperaturen bis 400° C im Dampfsammelkasten erreicht. Der Temperaturabfall zwischen diesem und dem Zylinder war gering; der Druckabfall zwischen Kessel und Zylinder betrug durchschnittlich nur 1 at. Der Überhitzer entspricht somit hinsichtlich der Höhe der Überhitzungstemperatur den Angaben, die von der Schmidtschen Heifsdampfgesellschaft für Kleinrohrüberhitzer gemacht werden.

Dannecker.

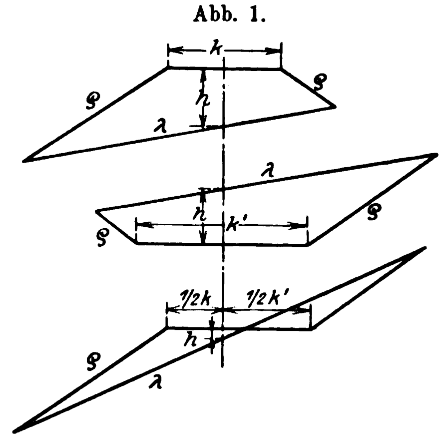
Der Gebrauch von Nomogrammen zur Flächen- und Massenberechnung.

Joseph Nemcsek, Ingenieur der königl. ung. Staatsbahnen, Balassagyarmat.

Hierzu Tafel 32.

Die rasche Flächenbestimmung von Damm- und Einschnittsquerschnitten war schon früh ein eifrig angestrebtes Ziel für die Massenberechnung bei Eisenbahnvorarbeiten. Das bisherige rechnerisch-zeichnerische Verfahren machte von den Hilfsmitteln der Trigonometrie und der analytischen Geometrie Gebrauch und ist bekanntlich von Goering abschliefsend ausgebaut worden. Die befriedigendste Lösung bietet jedoch die Nomographie oder auch die geometrische Anamorphose. Wie Nomogramme und Radianten für den erwähnten Zweck rasch hergestellt werden können, soll nachstehend erörtert werden.

Abb. 1.



Es seien, wie auf Textabb. 1 ersichtlich, folgende Bezeichnungen gewählt:

k = Kronenbreite;
h = Achsenhöhe zum Trapezoid vereinfachten Querschnitts (Höhe aus dem Längenschnitt zu entnehmen);
h_0 = die gleichbleibende Achsenhöhe des Ergänzungsdreiecks;
ϱ = die Kotangente des Böschungswinkels;
λ = Tangente des Geländewinkels;
$\digamma$ = Trapezoidfläche des Querschnitts (ϱ, ϱ, k, λ);
F = Dreiecksfläche zwischen den Böschungslinien und der Geländelinie (ϱ, ϱ, λ).

Dann ist:

$$F = \digamma + \varrho h_0^2, \text{ wobei}$$
$$H = h + h_0 = h + \frac{k}{2\varrho}.$$

Zwischen den angeführten Gröfsen bestehen folgende Elementarbeziehungen:

$$\digamma = \frac{\varrho H^2}{1 - \lambda^2 \varrho^2} - \varrho h_0^2 = F - f_0 \quad \ldots\ldots 1)$$

bei Trapezoidquerschnitten und

$$\digamma = \frac{1}{2}\left[\frac{\varrho H^2}{1 - \lambda \varrho} + \frac{h^2}{\lambda} - \varrho h_0^2\right] \quad \ldots\ldots 2)$$

bei Dreiecksquerschnitten, die wir aber im folgenden nicht weiter behandeln.

Unsere Aufgabe besteht darin, die Funktion

$$F = \frac{\varrho H^2}{1 - \lambda^2 \varrho^2} \quad \ldots\ldots 3)$$

in einem, der beabsichtigten Anwendung entsprechenden Bereiche zeichnerisch darzustellen, wobei wir H, λ und F als veränderlich und ϱ als fest gegebenen Parameter ansehen. Das Böschungsverhältnis bleibt ja auch gewöhnlich für längere Strecken dasselbe. Nach zwei Arten können leicht und rasch bildliche Tafeln angefertigt werden, die auf einen Blick zu gegebenen Werten von H und λ das entsprechende F angeben. Numeriert man die entsprechenden Punkt- oder Geradenscharen nach den Beziehungen $H = h + h_0$ und $\digamma = F - \varrho h_0^2$ um, so kann man auch die zu h und λ gehörigen Werte von $\digamma$ unmittelbar ablesen.

1. Cartesianisches Schaubild mit geometrischer Anamorphose (Radiant).

Ist eine Funktion von drei Veränderlichen in der Form

$$f_1(a_1)\, f_3(a_3) + f_2(a_2)\, \varphi_3(a_3) + \psi_3(a_3) = 0$$

darstellbar, wobei wenigstens eine der Funktionen $f_3(a_3)$, $\varphi_3(a_3)$, $\psi_3(a_3)$ die Veränderliche a_3 auch tatsächlich enthält, so gibt es nach dem Beweise von Lalanne drei Scharen kotierter Geraden derart, dafs die Koten dreier, durch denselben Punkt gehenden Geraden eine die Funktion $f(a_1\, a_2\, a_3) = 0$ befriedigende Wertegruppe bilden. (Annales des Ponts et Chaussées 1896, Tom. I.)

Schreibt man die Gleichung 3) in der Form $(1 - \lambda^2 \varrho^2) F - \varrho H^2 = 0$ an, so hat man damit schon die verlangte Funktion. Es ist in diesem Falle $f_3(F) = F$, $\varphi_3(F) = 1$, $\psi_3(F) = 0$; $f_1(\lambda) = 1 - \lambda^2 \varrho^2$ und $f_2(H) = -\varrho H^2$, wobei $\lambda = a_1$, $H = a_2$, $F = a_3$ ist.

Wenn man die beliebig gewählten Moduln α_1 und α_2 einführt, so kann man auch setzen:

$$\alpha_1 (1 - \lambda^2 \varrho^2) \cdot \frac{\alpha_2}{\alpha_1} F - \alpha_2 \varrho H^2 = 0$$

und nun sind die drei erwähnten Scharen von Geraden die folgenden:

a) parallel zur y-Achse mit dem veränderlichen Parameter λ (nach welchem auch die Geraden kotiert werden):
$$x = \alpha_1 \cdot (1 - \lambda^2 \varrho^2);$$

b) parallel zur x-Achse die mit H kotierte Schar:
$$y = -\alpha_2 \varrho H^2;$$

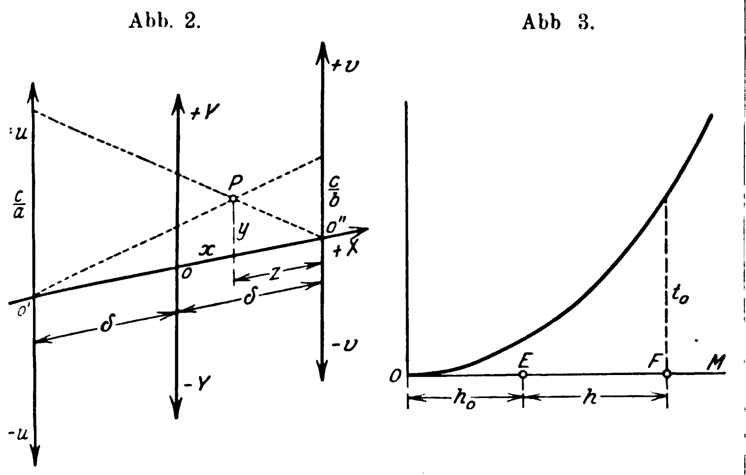
c) ein Strahlenbüschel, das durch den Anfangspunkt des Koordinatennetzes geht (das Netz kann auch schiefwinklig gewählt werden): $y = -\frac{\alpha_2}{\alpha_1} x F$. Von diesem Strahlenbüschel hat auch das Schaubild den Namen »Radiant«.

Die drei Geradenscharen sind einfach in beliebiger Dichte und im gewünschten Bereiche leicht anzulegen.

2. Nomographisches Verfahren.

Die Funktion $F = \frac{\varrho H^2}{1 - \lambda^2 \varrho^2}$ mit drei Veränderlichen soll durch drei kotierte Punktreihen so dargestellt werden, dafs drei zusammengehörige Werte davon auf einer Geraden liegen. Die Punktreihen werden nach λ, H und F kotiert. Es ist ersichtlich, dafs wir das Gegenstück zur vorhin gelösten Aufgabe vor uns haben.

Abb. 2. Abb 3.



Wenn u und v sogenannte Parallel-Linienkoordinaten sind (Textabb. 2), so ist die Gleichung eines Punktes: $a u + b v - c = 0$. Wird noch ein Parallel-Koordinatennetz beigezogen, wie in Textabb. 2 gezeichnet, so ergeben sich folgende Transformationsbeziehungen:

$$x = \delta \frac{b - a}{a + b},\ y = -c \frac{1}{a + b}.$$

Tragen wir auf zwei parallelen Geraden die Punktreihen $u = a_1 (1 - \lambda^2 \varrho^2)$ von O' an und $v = - a_2 \varrho H^2$ von O'' an auf, so ergibt sich die kollineare Punktreihe F durch die Gleichung

$$F \frac{u}{a_1} + \frac{v}{a_2} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

Da das Glied c fehlt, müssen sämtliche Punkte der Punktreihe F auf der Geraden O' O'' liegen.

Da $u = a_1 (1 - \lambda^2 \varrho^2)$ und $v = - a_2 \varrho H^2$, ist Gl. 4) mit 3) identisch und die Aufgabe lösbar.

Die Punktreihe F ergibt sich bequemer in dem cartesianischen Koordinatennetz:

$$x = -\delta \frac{a_1 - a_2 F}{a_1 + a_2 F} \text{ oder noch handlicher } z = \frac{2 \delta a_1}{a_1 + a_2 (F + f_0)}.$$

Die Punktreihen lassen sich auf rein zeichnerischem Wege (durch Hyperbelkonstruktion) oder mit Hilfe der projektiven Geometrie oder auch rein rechnerisch herstellen. In dem folgenden Beispiel ist der letztgenannte Weg eingeschlagen.

Beispiel 1. Es sei ein Radiant zu verfertigen für Dammprofile einer Hauptbahn mit dem Böschungswinkel $\varrho = 1{,}5$ und der Kronenbreite $k = 6{,}0$ m.

Die Zahlenwerte werden mit dem Rechenschieber ermittelt. Zur Erzeugung des Radianten der Taf. 32, Abb 1*) wählen wir $a_1 = 100$ mm, $a_2 = 2$ mm, $\delta = 100$ mm.

Die nach λ numerierte Geradenschar ist parallel zur y-Achse und die Entfernung der einzelnen Geraden von dieser Achse ist gegeben durch die Gleichung $\chi = a_1 (1 - \varrho^2 \lambda^2)$ oder

$$x \text{ cm} = 10 (1 - 2{,}25 \lambda^2) = 10 - 22{,}5 \lambda^2.$$

Es entstehen die zusammengehörigen Werte

für $\lambda =$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
wird $x =$	9,94	9,78	9.49	9,10	8,59	7,97	7,24	6,40	5,45	4,38	3,20	1,90.

*) In Abb. 1 und 3 auf Taf 16 ist ein Druckfehler zu berichtigen, indem der Buchstabe F durch das Zeichen F zu ersetzen ist.

Die nach h numerierte Geradenschar ist parallel zur x-Achse und die Abstände sind gegeben durch die Gleichung $y = - a_2 \varrho H^2$ oder $y_{cm} = 0{,}002 \,.\, 1{,}5\ (h + 2)^2$, da $h_0 = H - h = \frac{k}{2 \varrho} = 2{,}0$ m ist. Die Gleichung $y_{cm} = 0{,}3\ (h_m + 2)^2$ ergibt die Wertpaare:

$y_m =$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
$h_{cm} =$	1,88	2,70	3,68	4,80	6.08	7,50	9,08	10,80	12,68	14,70	16,90	19,20.

Die dritte nach F numerierte Schar geht durch den Anfangspunkt des Netzes. Die Neigung jeder Geraden ergibt sich aus der Gleichung $y : x = - \frac{a_2}{a_1} F = - \frac{0{,}002}{0{,}1} (F + 6) = - [0 \,.\, 12 + 0 \,.\, 02\, F]$. Die Abschnitte des Büschels an der Geraden $x = 10$ cm erhalten wir durch $- y_{cm} = 1{,}2 + 0{,}2\, F\, m^2$, also wiederum durch eine einfache, arithmetrisch lösbare Gleichung.

Beispiel 2. Es sei ein Nomogramm zu zeichnen für die Inhalte von Dammquerschnitten. Es seien wiederum $k = 6{,}00$ m, $\varrho = 1{,}5$, $a_1 = 100$ mm, $a_2 = 2$ mm und $\delta = 100$ mm.

An einer beliebig geneigten Linie (am besten unter 45°) tragen wir die Strecke $2 \delta = 20$ cm auf und ziehen von dem Anfangs- und Endpunkt dieser Strecke zwei parallele entgegengesetzt gerichtete Halbstrahlen u und v (siehe Taf. 32, Abb. 3).

Die nach λ numerierte Punktreihe u ist gegeben durch ihre Abstände vom Halbstrahlanfangspunkt $u = a_1 (1 - \varrho^2 \lambda^2)$ oder $u_{cm} = 10 - 22{,}5\, \lambda$.

Die nach h numerierte Punktreihe v ist auch durch eine schon im ersten Beispiel bekannte Abstandsgleichung $v_{cm} = 0{,}3\ (h_m + 2)^2$ erschlossen.

Die nach dem Flächeninhalt numerierte Punktreihe ist gegeben durch die weiter oben gegebene Formel $z = \frac{2 \delta a_1}{a_1 + a_2 (F + f_0)}$, woraus in unserem Beispiel $z_{cm} = \frac{1000}{F + 56}$ wird.

3. Ein rein zeichnerisches Verfahren.

Für den Fall, dafs bei einer Bahnstrecke mehrere Böschungen und Kronenbreiten vorkommen, also mehrere Schaubilder anzulegen sind, empfiehlt es sich vielleicht das folgende, von den bisher bekannten verschiedene, rein zeichnerische Verfahren anzuwenden.

Wenn t das lineare Mafs der Fläche F ist, also $a t = F$, so erhalten wir aus der Gleichung 3) $H^2 = \frac{a}{\varrho} (1 - \lambda^2 \varrho^2) t$, die Gleichung einer Parabelschar mit den Koordinaten H und t und dem Parameter λ. Die Parabel zu einem vorgewählten $\lambda = \lambda_0$ ist: $H^2 = \frac{a}{\varrho} (1 - \lambda^2 \varrho^2)\, t_0 = \frac{a\, r\, t_0}{\varrho}$. Zu gegebenem H des Längenschnittes (bei gegebenen Werten von k und ϱ) können wir das t_0 bestimmen; zeichnerisch z. B. durch die Flächenparabel: $H^2 = \frac{a}{\varrho} t_0 r$. Zwischen diesem und dem gesuchten t besteht die Beziehung $\frac{t}{t_0} = \frac{1 - \lambda_0^2 \varrho^2}{1 - \lambda^2 \varrho^2} = \frac{r}{1 - \lambda^2 \varrho^2}$.

Da die Parameter zweier Parabeln der Form $H^2 = 2 p t$ sich umgekehrt verhalten wie die Abszissen bei gleichgrofsen Ordinaten, so ist auch $\frac{t_0}{t} = \frac{p}{p_0} = \frac{1 - \lambda^2 \varrho^2}{r}$ und da $p_0 = \frac{a r}{2 \varrho}$ ist, so wird $\lambda^2 = - \frac{2 p}{a \varrho} + \frac{1}{\varrho^2}$.

Diese parabolische Beziehung ermöglicht es, zu einem vorliegenden λ jenen Parameter zu finden, welcher wieder mittels der Beziehung $\frac{t_0}{p} = \frac{t}{p_0}$ einfach die Mafslänge t der Fläche F ergibt.

Das Verfahren gestaltet sich also in der Handhabung wie folgt:

a) Aus dem Längenschnitt wird die Höhe h in den Zirkel genommen, von E aus auf die Axe OM aufgetragen und über Punkt F wird t_0 abgegriffen (Textabb. 3).

b) Zu dem gegebenen λ wird auf dem Millimeterpapier Punkt k (Abb. 5) aufgesucht (durch Hilfsparabel $\lambda^2 = -\frac{2p}{a\varrho} + \frac{1}{\varrho^2}$ der Abb. 4) und darüber t_0 aufgetragen (KN).

c) Durch Anlegen eines Lineals in der Richtung ON (Abb. 5) kann auf der Achse τ gleich die Mafslänge τ der Fläche des Trapezoids abgegriffen werden. Es ist somit $F = a\tau$.

In Abb. 2 der Tafel 32 ist Textabb. 3, 4 und 5 so aufgetragen, dafs die Auswertung möglichst wenig Handgriffe erfordert. Bei diesem Beispiel ist k = 4,90 m; $\varrho = 6/4$; $a = 10$; $\lambda_0 = 0{,}4$.

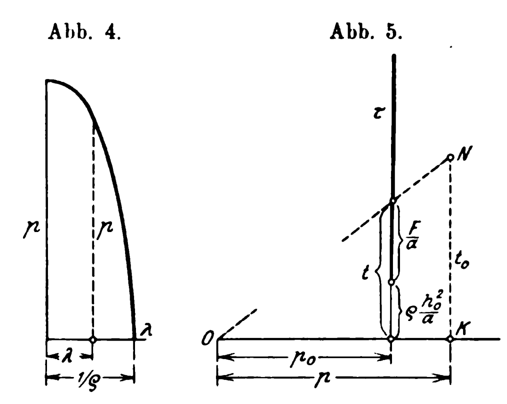


Abb. 4. Abb. 5.

Doch sind auch bei diesem zeichnerischen Verfahren für jede Kronenbreite und jeden Böschungswinkel je zwei Parabeln zu zeichnen.

Die Brennstaubfeuerung*) für Lokomotiven.

Während die meisten technischen Neuerungen dadurch gekennzeichnet sind, dafs ihre Einführung ganz allgemein einen Fortschritt darstellt, der ältere und weniger befriedigende Ausführungen verdrängt, gilt die wirtschaftliche Überlegenheit der Brennstaubfeuerung nur für Sonderfälle, die sich aus ihrer Eigenart ergeben und im wesentlichen durch ihre hohe Temperatur, die Verwendbarkeit sehr verschiedener Brennstoffe und die Mechanisierung des Betriebs gegeben sind. Für den Lokomotivbetrieb waren diese Fälle bis zu Beginn des Kriegs kaum gegeben. Einer wesentlichen Temperaturerhöhung steht entgegen die Bauart des Lokomotivkessels; die Notwendigkeit der Verwendung verschiedener Brennstoffe entfiel, weil gute Kohlen um billigen Preis fast überall in genügender Menge zur Verfügung standen, und auch von einer Mechanisierung des Betriebs konnte man noch leicht absehen, solange einerseits die Personalausgaben verhältnismäfsig gering waren und andererseits die Lokomotiven noch nicht so grofs und damit die zu verheizenden Brennstoffmengen noch nicht so bedeutend waren, dafs menschliche Kraft nicht mehr zur Beschickung des Rostes ausgereicht hätte. Inzwischen haben sich die Verhältnisse jedoch ziemlich verschoben. Die Bauart des Kessels ist zwar dieselbe geblieben, die Kohlengewinnung dagegen stark zurückgegangen und damit sind die Kohlenpreise gestiegen. Auch läfst die Beschaffenheit der Kohle vielfach zu wünschen übrig. Die Kohlengewinnung betrug beispielsweise:

	1913	1919	
in Deutschland . .	191,5	100	Millionen t
in England	287,4	220	» »
in Amerika . . .	512,8	412	» »

Wenn die Gewinnung seit 1919 auch wieder zugenommen haben mag, so ist doch, wenigstens in Deutschland, wie aus der Tagespresse zu ersehen ist, der Vorkriegsstand noch nicht wieder erreicht worden und die Preisgestaltung ist überall wesentlich ungünstiger als früher. So sehen sich jetzt viele Eisenbahnverwaltungen, die vor dem Krieg noch keine Veranlassung hatten, von der Kohlenfeuerung abzugehen, im Interesse sowohl der Wirtschaftlichkeit ihres eigenen Betriebs als auch des betreffenden Landes gezwungen, Versuche mit der Verfeuerung billigerer und gerade zur Verfügung stehender minderwertiger Brennstoffe im Lokomotivbetrieb zu machen. Solche Versuche haben vor allem die Entwicklung der Brennstaubfeuerung stark gefördert. Die Gröfse der Lokomotiven endlich hat sich in den 10 Jahren seit 1914 beinahe auf das anderthalbfache entwickelt. Ihre Rostflächen gelangen in Europa jetzt an die Grenze dessen, was Menschenkraft noch zu bedienen vermag, in Amerika haben sie diese Grenze in den letzten Jahren fast allgemein schon überschritten. Im Jahr 1914 waren in Europa noch Kessel mit rund 200 qm Heizfläche und 3 bis 4 qm Rostfläche, in Amerika solche mit 300 bis 400 qm Heizfläche und rund 5 qm Rostfläche die Regel, jetzt gelangt die deutsche Reichsbahn auf 300 bis 350 qm Heizfläche und rund 4,5 qm Rostfläche und in Amerika sind 600 qm Heizfläche und 7 bis 8 qm Rostfläche bei den immer mehr hervortretenden 2 D 1 und 1 E 1 Lokomotiven keine Seltenheit mehr. Kessel solcher Gröfse müssen mit mechanischen Rostbeschickern ausgerüstet werden. Allerdings ist dazu noch keine Brennstaubfeuerung notwendig; man hat in Amerika verschiedene sehr brauchbare Bauarten solcher Rostbeschicker in Verwendung, welche die Kohle in Stückform dem Rost zuführen. Wenn aber, wie dort, schon einmal eine mechanische Antriebskraft aufgewendet werden mufs, dann ist natürlich der Übergang zur Brennstaubfeuerung, der sich mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Brennstoff empfehlen mag und ebenfalls eine solche Antriebskraft zur Beschickung verlangt, eher wirtschaftlich, als wenn eine vorher durch Menschenkraft beschickte Lokomotive mit der Brennstaubfeuerung ausgerüstet werden sollte.

Das Wesen der Brennstaubfeuerung besteht kurz gefafst darin, dafs feste Brennstoffe beliebiger Art, Kohle verschiedener Körnung und verschiedenster Beschaffenheit, selbst Braunkohle und Torf, in ein für alle Sorten gleichförmiges Erzeugnis überführt wird, das sich, abgesehen von der verschiedenartigen chemischen Zusammensetzung, nur durch die Gröfse der einzelnen Staubkörner unterscheidet. Diese Gröfse wird für jeden Brennstoff so gewählt, dafs die Verbrennung günstig und für alle Brennstoffe möglichst etwa mit der gleichen Wärmeentwicklung in der Zeiteinheit verläuft. Damit ist eine weite Unabhängigkeit von der Art des Brennstoffs gegeben, wie sie keine andere Feuerungsart aufweist. Diese Unabhängigkeit ist es, die, wie schon eingangs erwähnt, am meisten die Versuche mit der Brennstaubfeuerung bei Lokomotiven gefördert hat, da im Gegensatz zu ortsfesten Kesselanlagen bei diesen von einer bestimmten Gröfse ab konstruktive Gründe die Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe auf Rosten verbieten. In Kauf nehmen mufs man dafür allerdings die erforderlichen Aufbereitungseinrichtungen, d. h. die Mahl- und Trocknungsanlage. Die hierfür aufgewendeten Ausgaben betragen für mittlere Verhältnisse 15 bis 20 % der Brennstoffkosten und sind natürlich bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit gegenüber den erzielten Vorteilen in Rechnung zu stellen.

*) Die auch anderwärts schon verwendete Bezeichnung „Brennstaubfeuerung" scheint für die neue Feuerungsart am geeignetsten. Die Bezeichnungen „Kohlenstaubfeuerung" und „Staubkohlenfeuerung" sind nicht klar genug, weil sie nur ein Teilgebiet umreifsen, während doch der Hauptvorteil der neuen Feuerung darin liegt, dafs sie für alle möglichen Brennstoffe brauchbar ist.



Der zur Verfeuerung gelangende Staub mufs zwei besondere Eigenschaften besitzen: er mufs fein und trocken sein. Als erwünschter Grad für die Feinheit gilt in Amerika, wo man bisher die gröfste Erfahrung auf dem neuen Gebiet gesammelt hat, die Regel, dafs auf einem Sieb mit 80 Maschen auf 1 cm, oder 6400 Öffnungen auf 1 qcm 15 %, auf einem solchen mit 40 Maschen auf 1 cm, oder 1600 Öffnungen auf 1 qcm 5 % Rückstände verbleiben sollen. Einerseits herrscht also das Bestreben, ein möglichst feines Korn zu erzielen, während andererseits technische und wirtschaftliche Rücksichten beim Mahlvorgang verlangen, sich mit einem gröberen Korn zu begnügen. Der Feuchtigkeitsgehalt des Staubes soll möglichst unter 1 % bleiben. Fast alle Brennstoffe eignen sich zur Vermahlung. Der Wirkungsgrad der Staubfeuerung steigt jedoch vor allem mit dem Prozentgehalt an flüchtigen Bestandteilen. Koks mufs deshalb mit gasreicher Kohle vermengt werden, weil in ihm solche nicht enthalten sind. Er greift aufserdem die Mühlen stark an. Braunkohle und Torf haben grofsen Feuchtigkeitsgehalt; ihr Trocknen ist sehr teuer. In Schweden versucht man eine Mischung von Torf und Steinkohle zu verfeuern, in England sind schon während des Kriegs Versuche mit der Verwendung einer Mischung von Kohlenstaub und Öl gemacht worden, die aber ihrer Art nach schon eher zur Ölfeuerung zu rechnen sind.

Verschiedene Veröffentlichungen haben sich schon mit der Brennstaubfeuerung im allgemeinen befafst. Es sei hier besonders verwiesen auf die „Kohlenstaubfeuerungen" von H. Bleibtreu (Berlin, Springer, 1922) und auf den Aufsatz von de Grahl, der in Glasers Annalen 1923, Heft 11 dieselbe Frage behandelt. Deshalb mögen hier diejenigen Punkte, welche die Brennstaubfeuerung bei ihrer Verwendung im Lokomotivbetrieb wie bei ortsfesten Anlagen gemein hat, also vor allem die Aufbereitungsanlagen für den Brennstoff, nur kurz gestreift werden. Solche Aufbereitungsanlagen setzen sich zusammen aus einer Reihe von Maschinen, von denen die verschiedensten Ausführungen im Gebrauch sind. Bei allen ist jedoch der allgemeine Verlauf des Aufbereitungsvorgangs der gleiche. Die Kohlen werden zuerst in einem Kohlenbrecher in gleichmäfsige Stücke gebrochen. Die Leistung solcher Kohlenbrecher beträgt z. Zt. je nach der Gröfse 8 bis 25 t/Sdt., ihr Stromverbrauch 0,5 bis 1,5 KWh/t. Die gebrochenen Stücke laufen dann auf einer Fördervorrichtung unter einem Elektromagneten durch, der alle eisernen Bestandteile, wie Nägel, Schrauben, etwa abgebrochene Zähne und Bolzen des Kohlenbrechers usw. abscheidet, die sonst die Mühle beschädigen könnten. Die Kohle gelangt darauf in den Trockner, den sie mit höchstens 120 ° C Temperatur und 1 % Feuchtigkeitsgehalt verlassen soll. Diese Trockner, die meist von Hand mit Kohlen beheizt werden, müssen so eingerichtet sein, dafs die heifsen Verbrennungsgase nicht gleich zu Beginn ihres Wegs mit schon getrockneten Kohlenstücken in Berührung kommen, sondern erst nach einiger Abkühlung. Sie bestehen meist aus einer sich drehenden Trommel, der die feuchten Kohlen auf der einen Seite zugeführt werden. Die Kohlen rutschen dann in der schräg liegenden Trommel von selber weiter oder aber sie werden durch eine Saugvorrichtung weitergezogen. Die üblichen Trommeln haben 0,9 bis 2,0 m Durchmesser und 6 bis 13 m Länge, machen ungefähr 5 Umdr./Min. und können 2 bis 25 t Kohlen/Stde. mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 10 % trocknen. Ihr Verbrauch an Feuerungsstoffen beträgt ungefähr 2 % der zu trocknenden Brennstoffmenge.

Der schwierigste Teil der Aufbereitung ist der nun folgende Mahlvorgang. Die Mühlen bestehen aus einer festen Mahlbahn und einem beweglichen Mahlkörper, der entweder der Mahlbahn gleicht, oder als Kegel, Kugel oder Walze ausgebildet ist. Einige Bauarten haben Pendel- oder Fliehkraftwalzen. Diese zeigen unruhigen Gang, wenn die Geschwindigkeit das festgelegte Mafs überschreitet. Die Schmierung der Lager und deren Dichthalten gegen Staub ist schwierig, die Unterhaltung daher meist teuer. Am bekanntesten ist die Fuller-Mühle, die in den oben genannten Veröffentlichungen näher beschrieben wird. Sie soll den anderen Bauarten vorzuziehen sein, ihr Verschleifs nur 25 % der bei jenen auftretenden Abnützung betragen.

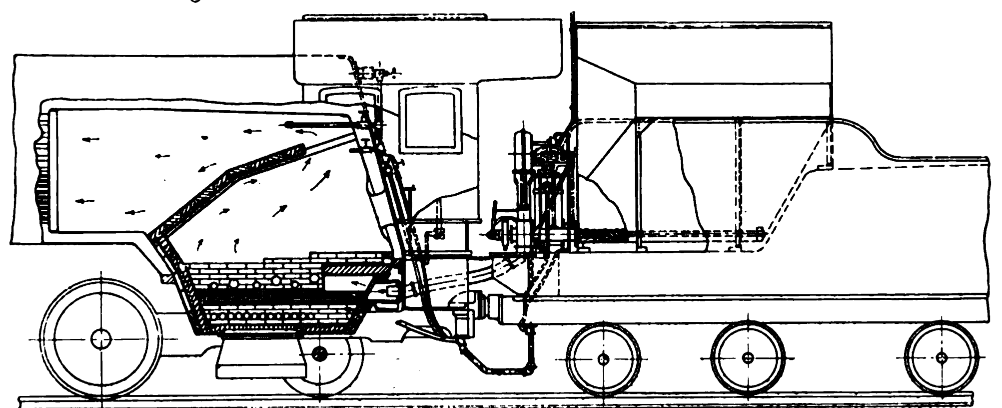
Bei ortsfesten Anlagen bilden meist die Aufbereitungsanlage und die eigentliche Feuerung eine Gesamtgruppe, im Lokomotivbetrieb dagegen hat man sie bei allen bisherigen Ausführungen getrennt, weil es nicht zweckmäfsig wäre, durch Einbau der Mahlvorrichtung in den Tender diesen mit weiterem Gewicht zu belasten. Deshalb sind hier im Gegensatz zu den ortsfesten Anlagen, wo man vielfach die vorhandenen Brennstoffbunker nur als Pufferbehälter betrachten kann, einmal verhältnismäfsig gröfsere Lagerbunker auf den Bekohlungsstationen und dann noch kleinere Bunker für den unmittelbaren Bedarf auf dem Tender selbst nötig. In erstere wird der Staub mittels Förderbändern, Schnecken, Saug- oder Druckluftwirkung von der Mühle aus gebracht. Der Vorrat soll etwa 24 Stunden reichen. Ein Hantieren mit brennenden Lampen usw. in der Nähe des Behälters oder gar in diesem selbst mufs vermieden werden, wenn auch in einem dichten Behälter die Kohle sich nicht leicht entzünden kann, da hierfür starke Luftzufuhr nötig ist. Die Gefahr einer Selbstentzündung kann überhaupt als gering eingeschätzt werden: Bei den Versuchen sind schon 30 bis 40 t Brennstaub 3 bis 4 Wochen lang aufgehoben worden, ohne dafs Selbstentzündung eingetreten wäre. Die Lagerbunker werden zweckmäfsigerweise hochgelegt. Die Übernahme des Brennstoffs auf die Lokomotive bzw. den Tender ist dann am einfachsten. Der Staub fällt durch ein Rohr in den Behälter der Lokomotive. Der ganze Vorgang erfordert nur ein paar Minuten und vollzieht sich, da das Abfallrohr dicht sein mufs, im Gegensatz zur Übernahme von Stückkohle völlig staubfrei.

Die Schwierigkeiten in der vorliegenden Frage beginnen eigentlich erst mit der Durchbildung des Fahrzeugs, also mit den Einrichtungen auf dem Tender und vor allem auf der Lokomotive selbst. An die Stelle des offenen Kohlenraums tritt, wie schon erwähnt, auf dem Tender ein geschlossener Behälter. Sollen minderwertige Brennstoffe zur Verwendung gelangen, so erhöht sich das auf dem Tender mitgeführte Brennstoffgewicht gegenüber guter Kohle um 25 bis 40 %. Da jedoch das Gewicht des Brennstoffvorrats im Verhältnis zum Dienstgewicht des Tenders gering ist, darf man diesem Umstand keine allzugrofse Bedeutung zumessen. Bei einem 30 cbm-Tender, der 9 t Kohle fafst, käme man damit auf eine Mehrlast von rund 3 t. Dazu mufs noch die Gewichtsvergröfserung durch die weiter unten beschriebene Zuführungsanlage mit schätzungsweise 1 t hinzugerechnet werden, so dafs man ein gesamtes Mehrgewicht von rund 4 t oder 6,25 % eines Dienstgewichtes von 64 t in Anschlag bringen kann. Will man eine solche Mehrbelastung nicht in Kauf nehmen — sie läfst sich aber bei der Erhöhung der zulässigen Achsdrücke z. Zt. leicht unterbringen — so mufs man eben mit kleineren Brennstoffvorräten auszukommen suchen. Sofern hierdurch nicht eine gröfsere Anzahl von Aufbereitungsstationen nötig wird, scheint gegen eine solche Lösung nichts einzuwenden zu sein, da ja, wie gesagt, die Übernahme des Brennstaubs auf die Lokomotiven sich einfach gestaltet.

Von den verschiedenen Fahrzeugausrüstungen, die im übrigen wieder alle sich mehr oder weniger ähnlich sind, soll diejenige der Fuller Gesellschaft als die erfolgreichste im folgenden genauer beschrieben werden. Textabb. 1 zeigt einen Längenschnitt durch eine solche Einrichtung an einer amerikanischen Lokomotive, Textabb. 2 und 3 geben eine Rückansicht der Lokomotive bzw. eine Vorderansicht des Tenders

einer italienischen Lokomotive. Diese Fuller-Anordnung zeigt für alle Lokomotiven Regelausführung. Eine Dampfmaschine B treibt je nach der Gröfse der Lokomotive zwei bis drei Paar Förderschnecken, die den Staub über den ersten Teil des Wegs befördern, ein Turboventilator A liefert die zum Weiterblasen des Staubes erforderliche Luft. Die Dampfmaschine hat zwei Zylinder und liefert die nötige Brennstoffmenge bei 325 Umdr./Min., kann aber bis 650 Umdr./Min. gesteigert werden für den Fall, dafs ein Teil der Schnecken infolge Beschädigung nicht mehr fördern sollte. Ihre Bedienung ist einfach. Die Brennstoffzufuhr kann vom Heizerstand aus um $364\,^0/_0$ durch Änderung der Schneckendrehzahl jederzeit leicht verändert werden; durch einen etwas umständlicheren Wechsel der Übersetzung ist sogar noch eine Veränderung um $768\,^0/_0$ möglich. Die Förderschnecken liegen in einem gufseisernen Gehäuse H, das zugleich den Boden des Brennstaubbehälters bildet und durch Einschalten von genormten Zwischenstücken für alle Behälterlängen verwendet werden kann. Sie wirken paarweis und werden durch Klauenkupplungen mitgenommen, die durch die Handgriffe G bedient werden. Der von ihnen nach vorn gebrachte Brennstaub gelangt in eine Mischkammer und wird von dort durch die Luft des Ventilators nach dem Brenner weitergeleitet. Die Verbindung zwischen Lokomotive und Tender bildet für jedes Schneckenpaar ein Schlauch von rund 130 mm Durchmesser.

Abb. 1. Längenschnitt durch eine amerikanische Lokomotive für Brennstaubfeuerung.



Der Brenner (Textabb. 4 und 5) hat an seinem hinteren Ende zwei bis drei Anschlüsse für die Zuleitungen, die in eine Kammer auslaufen, an welcher oben und unten Luftklappen angebracht sind, um soviel als möglich von der nötigen Luftmenge schon vor Beginn der Verbrennung zuzuführen. Durch den Brenner werden die Staubteilchen in die Feuerung hineingeblasen; die Weiterbeförderung besorgt der Kesselzug. Im Feuerraum, der ähnlich wie bei Ölfeuerung in seinem unteren Teil mit feuerfesten Steinen und einem Zündgewölbe ausgerüstet ist, werden die Staubteilchen der Reihe nach entgast, vergast und verbrannt. Alle diese Vorgänge erfordern eine bestimmte Zeit, und da zugleich die Bewegungsgeschwindigkeit nicht unerheblich ist, so gehört zu der Verbrennung eine gewisse gröfsere Wegstrecke. Der Feuerraum mufs also eine derartige Wegstrecke bieten und zwar noch unter solchen Temperaturen, dafs nicht durch Wärmeabgabe an die Heizflächen die Temperatur der Feuergase unter die Entzündungstemperatur abgekühlt wird, bevor die Verbrennung beendigt ist. Scharfe Vorsprünge und Richtungswechsel sind zu

Abb. 2. Rückansicht einer italienischen Lokomotive für Brennstaubfeuerung.

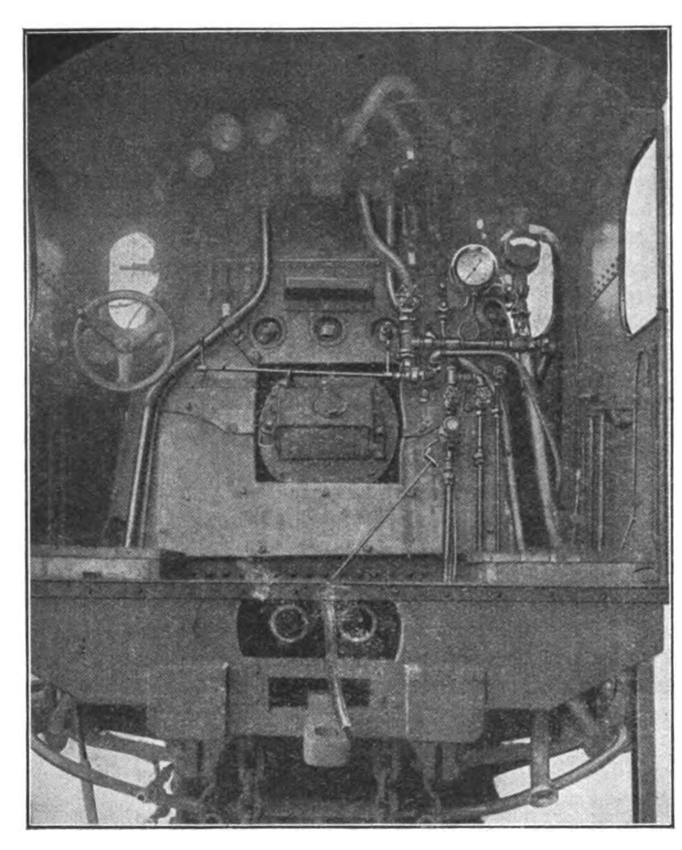
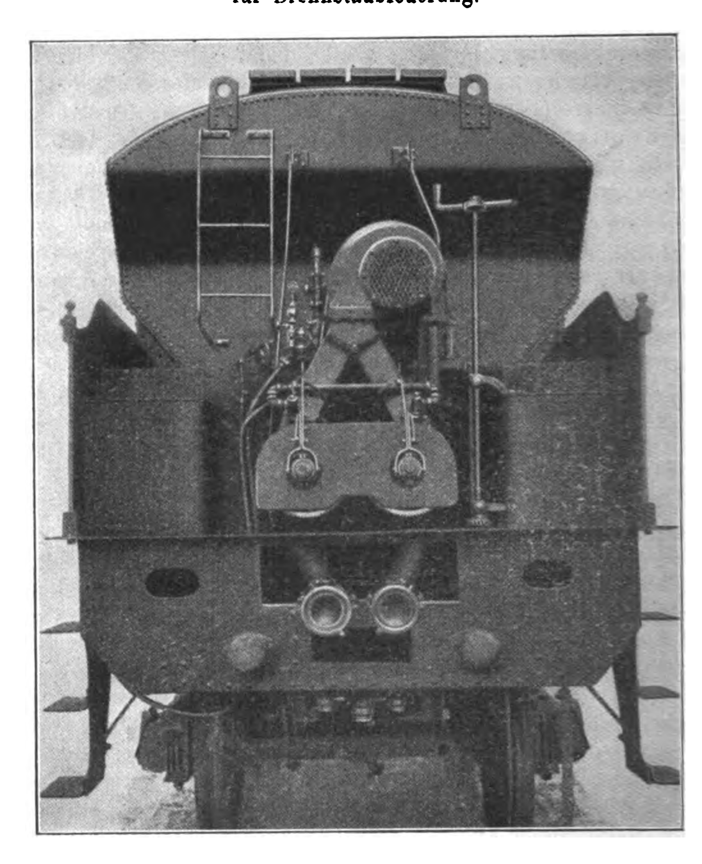


Abb. 3. Vorderansicht des Tenders einer italienischen Lokomotive für Brennstaubfeuerung.



vermeiden; auch mufs die Ausmauerung gegen die Stichflamme geschützt sein, da sie bei zu hoher Eigentemperatur übermäfsig mit der flüssigen Asche reagieren würde. Die abgeschiedene Asche und Schlacke soll, ohne noch brauchbare Bestandteile zu enthalten, möglichst in der Feuerung ausfallen. Alle diese Gesichtspunkte zusammen lassen sich bei der Lokomotive jedoch schwer berücksichtigen. Nach Bleibtreu soll der Verbrennungsraum rund 30 bis 60 cbm für eine stündlich verbrauchte Kohlenmenge von 1000 kg betragen. Da eine mittlere Lokomotive in Europa rund 1500 kg Kohle in der Stunde verbraucht, müfste ihr Verbrennungsraum bei Brennstaubfeuerung 45 bis 90 cbm betragen. Ein solcher Raum ist auf einer Lokomotive nie unterzubringen; unsere europäischen Lokomotiven können z. Z. bestenfalls 8 bis 10 cbm erhalten. In Amerika mag man mit

Abb. 4 und 5. Brenner für Brennstaubfeuerung.

Abb. 4.

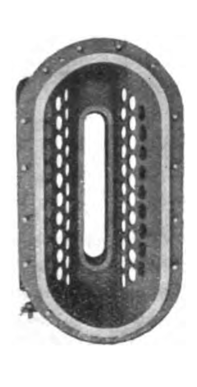


Abb. 5.



Verbrennungskammern bis zu 20 cbm kommen, hat dann aber auch die doppelte Kohlenmenge zu verbrennen. Die Ausführungen der Fuller-Gesellschaft begnügen sich denn auch mit den angegebenen Räumen. Die Einschränkung des Verbrennungsraumes ermöglicht sich dort durch zweckentsprechende Zufuhr der Verbrennungsluft. Es sind für diese aufser der durch den Brenner zugeführten Menge noch gröfsere Öffnungen quadratischen oder runden Querschnitts vorgesehen, die so verteilt sind, dafs die hereinströmende Luft die Wand der Verbrennungskammer schützt. Die Lokomotiven weisen z. B. Hohlräume zwischen der Stehkesselvorderwand und der inneren Chamottewand auf, durch welche Luft in den Feuerraum unterhalb des Feuerschirms gelangt, der dadurch in einfachster Weise vor Zerstörung geschützt wird (Textabb. 1). Die Schlacke sammelt sich am Boden an und mufs von Zeit zu Zeit durch eine Klappe abgelassen werden.

Fragen wir nun nach der wirtschaftlichen Seite der Brennstaubfeuerung! Ihre Vorteile werden angegeben wie folgt:

1. Richtige Regelung des Verhältnisses von Brennstoff und Luft.
2. Möglichkeit das Feuer jeden Augenblick auszublasen.
3. Vollständige Verbrennung ohne Rauchentwicklung.
4. Vermeidung der Schlackenbildung.
5. Möglichkeit der Verbrennung minderwertiger Brennstoffe.
6. Vermeidung des Hinzutretens schädlicher Luft bei Beschickung des Rostes.

Punkt 1, 3 und 6 werden sich in erster Linie in einer Verbesserung des Kesselwirkungsgrads auswirken. Wesentlich ist für den Lokomotivbetrieb Punkt 2, der beim Stillstand der Lokomotive sowie bei Talfahrten ohne Brennstoffverbrauch auszukommen gestattet. Es dürfen aber solche Feuerungs-Unterbrechungen nicht länger als 20 bis 30 Minuten dauern, da sonst die Zündung in Frage gestellt wird. Auch wird der Kessel durch eine allzustarke Abkühlung des Feuerraums leiden, so dafs schon aus diesem Grund die Unterbrechung nur solange dauern darf, als die Aufspeicherung von Wärme in dem Mauerwerk sich noch günstig auswirken kann. Die vollständige Verbrennung nach Punkt 3 zeigt sich vor allem darin, dafs die Menge der Rauchkammerlösche wesentlich geringer wird. Der Vorteil der Rauchlosigkeit dagegen ist nicht unbedingt vorhanden: beim Anheizen oder nach längeren Betriebspausen tritt, wenigstens bei gasreicher Steinkohle, starkes Qualmen auf. Mit Braunkohle fährt man fast rauchlos. Die mitunter als Vorteil angegebene Personalersparnis beim Bekohlen dürfte kaum vorhanden sein. Auch bei der Übernahme von Stückkohle schränken die neueren Bekohlungsanlagen, die auf den meisten gröfseren Lokomotivstationen anzutreffen sind, die Menschenkraft ziemlich ein und unter Berücksichtigung der Aufbereitung dürften die Bekohlungsanlagen für Staubfeuerung wahrscheinlich mehr Personal erfordern als jene. Dagegen wird sich der Bekohlungsvorgang etwas rascher und vor allem, wie schon oben erwähnt, sauberer abspielen als seither.

Ein besonderer Vorteil ergibt sich noch für den Lokomotivbetrieb: Da der Brennstoff eingeblasen wird und die Verbrennung sich durch entsprechende Bemessung von Brennstoff- und Luftmenge ohne weiteres regeln läfst, hat die Blasrohrwirkung nicht mehr dieselbe Bedeutung, wie bei der gewöhnlichen Feuerung. Man kann, ohne die nötige Luftzufuhr in der Feuerbüchse zu beeinträchtigen, den Blasrohrquerschnitt bis auf das Doppelte vergröfsern, wie Versuche an einer schwedischen Lokomotive mit Torfstaubfeuerung ergeben haben. Damit verringert sich dann auch der Gegendruck im Zylinder und wächst andererseits die Leistung der Lokomotive.

Infolge des selbsttätigen Arbeitens der Feuerung ermüdet das Personal weniger, und da zugleich das Feuerreinigen wegfällt und Asche und Schlacke auf einfache Weise während der Fahrt entfernt werden können, lassen sich mit der Brennstaubfeuerung wie bei der Ölfeuerung längere Strecken ohne Lokomotivwechsel durchfahren als mit der Rostfeuerung. Dies dürfte für die Lokomotivwirtschaft vielleicht der wichtigste Punkt sein. Ist doch schon öfter darauf hingewiesen worden, wie die Wirtschaftlichkeit der Dampflokomotive durch ungenügende Ausnützung am meisten herabgedrückt wird. In Amerika sucht man neuerdings diesem Umstand mehr und mehr Rechnung zu tragen, indem Strecken bis über 1000 km Länge mit derselben Lokomotive — jedoch mit zwei- bis dreimaligem Personalwechsel — durchfahren werden. In Deutschland dagegen ist gegenüber der Vorkriegszeit in dieser Richtung eher ein Rückschritt zu verzeichnen.

Man darf aber bei der Bewertung der Brennstaubfeuerung deren Nachteile nicht aus dem Auge verlieren. Als solcher ist zu nennen in erster Linie ihre Beschränkung auf den Gewinnungsbezirk des betreffenden Brennstoffs. Nur dort, wo Brennstoffabfälle und minderwertige, sperrige Brennstoffe billig zu haben sind, wird z. Zt. der bei der Verbrennung erzielte Gewinn die ziemlich grofsen Aufbereitungskosten unbedingt überwiegen. Dieser Nachteil wirkt sich besonders aus, weil er die Freizügigkeit der Lokomotiven im Betrieb stark beeinträchtigt. Die Beförderung des Staubes dagegen macht Schwierigkeiten wegen seiner hygroskopischen Eigenschaften. Als weiterer Nachteil ist zu vermerken die Vermehrung der Einrichtungen auf der Lokomotive, die an und für sich schon eine vermehrte Wartung und Unterhaltung verlangen. Solange es sich dabei, wie bisher, noch immer um Versuchseinrichtungen handelt, ist diese Vermehrung der Unterhaltung aufserdem noch unverhältnismäfsig grofs. Bei den amerikanischen Versuchen hat besonders die Ausmauerung des Feuerraums in dieser Richtung viel Zeit und Geld verschlungen. Vielfach mufste bei den Versuchslokomotiven nach jeder Fahrt ein grofser Teil der Steine erneuert werden, so dafs man gezwungen war, zur Einhaltung der Dienstpläne Bereitschaftslokomotiven herbeizuziehen. Endlich sind, wie schon erwähnt, die Aufbereitungsanlagen mit in Rechnung zu stellen.

Über Versuche an Lokomotiven mit Brennstaubfeuerung ist verhältnismäfsig wenig in die Öffentlichkeit gedrungen. Bleibtreu macht Angaben über solche mit verschiedenen Kohlenstaubsorten in Amerika bei der Delaware- und Hudson-, der Chicago- und North-Western- und der Atchison-, Topeka- und Santa Fé-Bahn, sowie über Versuche mit Torfstaubfeuerung bei der Schwedischen Staatsbahn. Sofern sich überhaupt ein Brennstoff zur Verfeuerung in Staubform eignete, sollen sich überall gegenüber der Rostfeuerung höhere Verdampfungszahlen und eine Verbesserung des Kesselwirkungsgrads um rund 10 % ergeben haben. Die Brennstoffersparnis wurde nach Abzug der für die Aufbereitung nötigen Kohlenmenge bei Steinkohle auf etwa 15 % geschätzt. Die Holländischen Staatsbahnen haben seit 1922 zwei Stück 2 C-Schnellzuglokomotiven mit der Fuller-Feuerung ausgerüstet und versuchen damit ihre minderwertige Limburger Steinkohle für die Lokomotivfeuerung zu verwerten. Die Italienische Staatsbahn hat an zwei 1 D-Lokomotiven dieselbe Feuerung eingebaut, um festzustellen, ob nicht die einheimischen Braunkohlen auf diese Weise verwertet werden könnten. Beide Versuche scheinen aber noch nicht abgeschlossen zu sein. In England hat die London and North Eastern-Bahn eine Versuchslokomotive in Dienst gestellt. Weitere Versuche veranstaltet in Australien die Staatsbahn von Neu-Süd-Wales mit einer 2 C 2-Vorort-Tenderlokomotive. Auch darüber ist nichts näheres bekannt geworden. Über Versuche auf der Chilenischen Staatsbahn berichtet de Grahl in der oben genannten Veröffentlichung. Die Brasilianische Zentralbahn hat seit einiger Zeit eine gröfsere Anzahl Lokomotiven mit Staubfeuerung ausgerüstet, um die einheimische Kohle verwerten zu können. Im September 1917 hatte die erste Probefahrt stattgefunden, an welcher der Präsident der Republik selber teilnahm — ein Zeichen, welch hohe Bedeutung man der Sache dort beimifst. »Der Präsident«, heifst es in dem Bericht, »war erstaunt über die grofse Heizkraft des Kohlenstaubs, sowie über die Leichtigkeit und Regelmäfsigkeit, mit welcher auf der Lokomotive ohne jede Rauchbelästigung der nötige Dampfdruck gehalten werden konnte.« Daraufhin hat dann die brasilianische Regierung die Bahn verpflichtet, innerhalb fünf Jahren 250 von ihren Lokomotiven für Brennstaubfeuerung umzubauen und Brasilien hat damit eine seiner wichtigsten Fragen gelöst. Es dürfte dies die erste Anwendung der Brennstaubfeuerung in gröfserem Umfang sein; auch darüber ist näheres noch nicht bekannt geworden.

Aus den Ergebnissen, die bisher mit der Brennstaubfeuerung erzielt worden sind, läfst sich ein abschliefsendes Urteil über deren Brauchbarkeit im Lokomotivbetrieb noch nicht fällen. Fest steht nur ihre erhebliche thermische Überlegenheit: aber aus den vorliegenden Berichten, die fast alle von viel Ausbesserungsarbeit sprechen, kann man auch entnehmen, dafs die Durchbildung der neuen Feuerungsart doch noch nicht soweit fortgeschritten ist, dafs schon jetzt eine Einführung in gröfserem Mafsstab in Frage kommen könnte. Jedoch dürfte es zweckmäfsig sein, auch in Deutschland wie anderswo, durch Versuche im kleinen und grofsen sie soweit zu vervollkommnen, bis ihre Verwendung wenigstens dort möglich sein wird, wo man auf minderwertige Brennstoffe angewiesen ist, vor allem also in unseren Braunkohlen- und Torfgebieten.

Dannecker.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Maschinen zur Massenförderung.

(Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1924, Heft 27.)

Der Verein Deutscher Ingenieure hat ein eigenes Heft seiner Zeitschrift den Baumaschinen gewidmet. Hierin sind alle beim Bau vorkommenden und dem ausführenden Ingenieur bekannten Fördermaschinen (Eimerkettenbagger, Löffel- und Greifbagger usw.) beschrieben. Es möchte hier nur auf einige Einzelheiten aus den Abhandlungen hingewiesen werden, welche Neuerungen darstellen.

Jeder Bauunternehmer legt Wert darauf, mit einer einzigen Maschine möglichst alle vorkommenden Baggerarbeiten vornehmen zu können. Die Anbringung von auswechselbaren Leiterfeldern bei den Eimerkettentrockenbaggern ermöglichen die Verwendbarkeit der Maschine für alle Baggertiefen und Querschnitte dadurch, dafs durch Herausnehmen eines entsprechenden Leiterstückes fast jede gewünschte Leiterlänge hergestellt werden kann. Weiter zu erwähnen sind die Bandförderer mit Stufen (Patent Rodakowski) zur Anschüttung von Dämmen. Jede Stufe stellt einen Bandförderer im Kleinen dar. Diese Stufen mit Ausnahme der ersten können durch Wendegetriebe vor- und rückwärts laufen, so dafs der Abwurf des Materials am Ende jeder Stufe möglich ist. Das Material kann also ohne Verkarrung in jeder Entfernung von der Baggerstelle aufgeschüttet werden. Die Umstellung der Bewegung jeder Stufe kann während des Betriebes vorgenommen werden. Eine weitere Neuerung sind die Löffelbagger auf Raupenketten, die den im Krieg verwendeten Tanks nachgebildet sind. Die Raupenketten schmiegen sich dem Boden gelenkartig an. Dabei ist die Gewichtsverteilung auf den Boden eine gleichmäfsige, dadurch dafs der Druck aufser durch die vier Achsen auch durch zehn kleine Tragrollen auf den Boden übertragen wird. Die Lenkbarkeit des Baggers ist dadurch möglich, dafs die Geschwindigkeit der beiden Raupenketten unabhängig voneinander eingestellt werden kann, so dafs bei verschieden schnellem Lauf der Ketten jede gewünschte Kurve gefahren werden kann. Durch vier verschiedene Kupplungen kann die Lenkung ausgeführt werden. Die Kupplungen werden beim Baggern ausgeschaltet, so dafs der Bagger ohne Bremse unverrückbar feststeht. Wegen des gröfseren Fahrwiderstandes gegenüber dem auf Schienen laufenden Bagger ist er mit einer stärkeren Maschine ausgestattet. Die Raupenketten bestehen aus Plattengliedern, die durch Stahlbolzen gelenkartig verbunden sind. Die Senkbarkeit des Auslegers ermöglicht auch den Bagger zur Herstellung von Gruben und kleinen Kanälen wie einen Tiefbagger zu verwenden. Wegen des höheren Gewichts sind die Beschaffungskosten gröfser als bei einem Bagger auf Schienen. Da dieser Bagger aus mehreren Teilen besteht als andere gleichartige Maschinen ist er empfindlicher und verursacht gröfsere Instandsetzungskosten.

Wa.

Der Bericht des geotechnischen Ausschusses der schwedischen Staatsbahnen 1914—22*).

Den Anstofs zur Bildung des Ausschusses gab ein grofser Erdrutsch auf der Staatsbahnstrecke Jonsered—Lerum am 14. Juni 1913. Der Ausschufs wurde am 29. Dezember 1913 eingesetzt und erhielt die Aufgabe, einerseits die von der Staatsbahndirektion näher angegebenen Staatsbahnlinien geologisch zu untersuchen, inwieweit Zerstörungen des Bahnkörpers durch Erdrutsch oder ähnliche Ereignisse zu befürchten seien und anderseits für Gefahrstellen Sicherungsvorschläge zu machen. Im Mai 1922 hat der Ausschufs einen eingehenden Bericht erstattet. Der Ausschufs stand einem Grenzgebiet zwischen Quartärgeologie und Bautechnik gegenüber, das allzuwenig planmäfsig behandelt war.

Zunächst hat der Ausschufs Fragebögen über die im Lande bisher eingetretenen Erdverschiebungen an Bahn- und Baubehörden, an Werke und Geschäfte, private Ingenieure und Geologen hinausgegeben. Er suchte also die Lösung für die Beurteilung der Standsicherheit empirisch im Vergleich mit ähnlichen Fällen geotechnisch gleichartiger Beschaffenheit. Die bisherigen Untersuchungsverfahren nach dieser Richtung wurden verbessert und besonders das Vorgehen bei der Probeentnahme vervollkommnet, so dafs man jetzt in der Regel bei bescheidenem Aufwande den geologischen Bau aufdecken und eine gute Anschauung von den betreffenden Verhältnissen geben kann. Es sind zusammen über 300 Plätze und 2400 Querschnitte untersucht worden. Gegen 70 Stellen wurden verstärkt. Besondere Vorsichtsmafsnahmen in Bezug auf Bahnbewachung und Zuggeschwindigkeit wurden für über 100 Stellen mit 56 km Gesamtlänge empfohlen. Freilich scheint es dabei nicht ganz ohne Widerspruch der für den Betrieb verantwortlichen Stellen abgegangen zu sein.

*) Über die Organisation des Geologendienstes wurde bereits kurz berichtet. Organ 1923, Seite 188.

Die Bodenbewegung wird sodann allgemein als Bodenzusammenpressung oder als Bodenverschiebung erklärt und an einer Reihe von Beispielen erläutert.

Bei der Beurteilung der Tragfähigkeit eines Grundes können im allgemeinnen zwei Wege eingeschlagen werden. Der eine geht auf eine Versuchsbelastung — unmittelbar oder mit Probepfählen — hinaus. Die Probebelastung setzt aber große Ausmaße voraus, wenn sie volle Klärung bringen soll, ist also in den meisten Fällen recht teuer und erweist sich auch aus sonstigen Gründen vielfach als ungeeignet.

Das andere Verfahren richtet sich in erster Linie auf die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse und Beschaffenheit der Erdarten und sucht auf dieser Grundlage die Tragfähigkeit des Bodens einzuschätzen. Hierfür dient in erster Linie die Probebohrung. Auf die Verbesserung der bisher üblichen Verfahren hat der Ausschuß viel Arbeit verwendet. Er gibt Regeln für die geotechnische Einteilung der Erdschichten und die Einrichtung der Untersuchungen, für die verschiedenen Arten der Bohrung wie Sandbohrung, Bohrung durch die Oberschichten und Probeentnahme mit Kannen-, Schaufel-, Zylinder- und Wasserspülungsbohrer. Er zieht bezeichnende Vergleiche zwischen den alten und seinen eigenen neuen Untersuchungsverfahren unter Anführung belehrender, namentlich irreführender Ergebnisse und deren Ursachen.

Der Bericht geht dann über auf die Beobachtungsverfahren für Erdbewegungen. Man hat bei vielen Erdverschiebungen die Beobachtung gemacht, daß der Katastrophe kleinere Bewegungen der Erdschichten (Rissebildungen) vorausgingen. In manchen Fällen konnte man die Bewegungen schon Tage voraus erkennen. Der Ausschuß hält es nicht für ausgeschlossen, daß an manchen Stellen die Bewegungen schon lange voraus gemerkt worden wären, wenn man durch genaue und hinreichend oft durchgeführte Messungen zur rechten Zeit gewarnt worden wäre. Der Ausschuß hat denn auch an einer großen Anzahl von Stellen solche periodische Messungen ausführen lassen und ein Verfahren für Standfestigkeitsberechnungen angegeben.

Zum Schlusse gibt der Bericht eine große Anzahl von Beschreibungen untersuchter Plätze. Es finden sich darunter Beschreibungen verschiedener. in der Baugeschichte Schwedens berühmt gewordene Erdrutsche wie den bei Vita Sikudden 1918 an der Bahnstrecke Nyköping—Norrköping, am Södertäljekanal 1916, des Ausweichens der Auffüllung bei Anlage der Westküstenbahn längs dem Sagsjö in den Jahren 1887—88. Weiter verdienen Berichte über Bodendurchbrüche bei Dammanlagen, über einige Fälle von Dammbelastungen auf Torfmooren und über Rissebildungen und Setzungen in Dammfüllungen Aufmerksamkeit.

In einem Schlußworte hebt der Ausschuß hervor, daß es in vielen Fällen nicht möglich ist, die Gleichgewichtsverhältnisse auf schwachem Untergrund genau zu bestimmen. Es sei daher nicht berechtigt, in jedem einzelnen Falle Verstärkungsanordnungen in solchem Umfange zu treffen, daß jeder Zweifel an der Standsicherheit behoben wäre. In dem großen Zeitraum von etwa 70 Jahren, auf den der Eisenbahnbetrieb in Schweden zurücksieht, bei einem bedeutenden, während dieser Jahre herangewachsenen Eisenbahnnetze, bei großen, dem Lande eigenen Untergrundschwierigkeiten haben eigentlich, soweit bekannt, nur zwei Erdverschiebungen (die Getårutschung 1918 auf den Staatsbahnen und die Rutschung am Härnasee 1919 an einer Privatbahn) zu einem Zugunglück geführt. Das ist ein vom Standpunkte der Betriebssicherheit recht befriedigendes Ergebnis. Geotechnische Ursachen trugen sonach trotz allem verhältnismäßig wenig zu Zuggefährdungen bei. Die Forderung absoluter Sicherstellung der Staatsbahn gegen geotechnische Gefahren ist also wirtschaftlich nicht vertretbar. Die bedeutendsten — um nicht zu sagen die einzigen bedeutenderen — Erdverschiebungen fielen bei den Staatsbahnen in die zehn Jahre 1910—19. Diese Rutschungen kosteten den Staat insgesamt rund 2 Millionen Kr. oder 200000 Kr. im Jahr. Zu 5% verzinst stellt das die Jahresrente eines Kapitals von 4 Millionen Kr. dar. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß ein verhältnismäßig so geringes Kapital nicht entfernt die Kosten decken würde, die mit einer absoluten Sicherstellung des ganzen Staatsbahnnetzes verknüpft wären. Man hat überschlägig berechnet, daß die Kosten einer solchen Sicherstellung des ganzen Staatsbahnnetzes eher über 100 Millionen Kr. hinausgehen als unter diesen bleiben würden.

Für solche Plätze, für die eine vollständige Sicherung sich allzu kostspielig stellen würde und wo man sich sonach nicht mit Sicherheit vor einer Bodenverschiebung schützen kann, ist nach Anschauung des Ausschusses der richtige Weg die Einführung besonderer Vorsichtsmaßnahmen in Bezug auf Zuggeschwindigkeit und Überwachung, ferner ein zuverlässiger Warnungsdienst mit einer einfachen Erdrutsch-Warnvorrichtung. In vielen Fällen könnte damit ein teurer Umbau oder eine Bahnverstärkung umgangen werden.

Im letzten Grunde muß doch sowohl der Kosten wie der Betriebssicherheit wegen immer eine genaue Feststellung der wirklich vorliegenden Standsicherheitsverhältnisse angestrebt werden. Eine Vertiefung und Erweiterung der geotechnischen Erkenntnisse ist daher von größtem Gewicht. Daß nicht nur die Eisenbahnen auf dieses Ziel hinarbeiten. sondern auch andere Zweige der Staatsverwaltung, ist dringendes Bedürfnis. Die Arbeiten des aufgelösten geotechnischen Ausschusses werden durch eine innerhalb der kgl. Eisenbahndirektion eingerichtete geotechnische Abteilung fortgesetzt.

Dr. Saller.

Lokomotiven und Wagen.

Die Entwicklung des Lokomotivparks der ehemalig Württembergischen Staatsbahnen.

In einem vor kurzem erschienenen Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche, „Wirtschaft und Verkehr in Württemberg“ (Berlin, Hackebeil 1924), gibt Oberregierungsbaurat Dauner einen interessanten Überblick über die Entwicklung des württembergischen Lokomotivparks seit der Eröffnung der ersten Bahn im Jahr 1845. Der erste Bauabschnitt von 1845 bis 1865 zeigt in Anlehnung an die ersten aus Amerika bezogenen Bauarten fast ausschließlich Lokomotiven mit vorderem Drehgestell, meist mit der Achsanordnung 2B. Nur zur Überwindung des Albübergangs bei Geislingen, der sogenannten „Geislinger Steige“, wurden im Jahr 1848 einige C-Lokomotiven beschafft, die äußerst leistungsfähig waren.

Mit dem Jahr 1866 beginnt ein zweiter Abschnitt, der im wesentlichen durch das Streben nach konstruktiver Einfachheit bei den Neubauten und den damals zahlreichen Umbauten gekennzeichnet ist. In diesem Abschnitt beherrscht die 1B-Zwillingslokomotive den Personen- und Schnellzugverkehr, die C-Zwillingslokomotive den Güterzugverkehr. Daneben wurden von Krauß noch einige B-Tenderlokomotiven versuchsweise beschafft.

Ein dritter Abschnitt beginnt im Jahr 1887 mit der Einführung der Verbundwirkung. Für leichtere Züge wurden zunächst die 1B und C-Lokomotiven in Verbundanordnung weitergebaut, für schwerere dagegen nach den Entwürfen von Klose, die damals auch im Organ beschriebenen 1B1 und E-n3v Lokomotiven beschafft. Für den Güter- und Personenverkehr auf krümmungsreichen Strecken schuf Klose ferner eine C-Lokomotive mit langem Achsstand und Lenkachsen, für Zahnstrecken eine 1C-Lokomotive, dazu noch verschiedene Schmalspurlokomotiven.

Gegen Ende der neunziger Jahre beginnt der vierte Abschnitt mit der Einführung von leistungsfähigen 2B und 2C-Lokomotiven für die immer schwerer werdenden Schnellzüge. Ihnen folgte im Jahr 1909 als letzte württembergische Schnellzuglokomotive noch eine 2C1-h4v Lokomotive, die bis 1921 nachgebaut wurde. Für Güterzüge schuf man 1905 ein E-n2v Lokomotive mit Gölsdorfscher Achsenanordnung, die seit 1909 wie auch die obengenannte 2B-Lokomotive als Heißdampflokomotive weitergebaut wurde. Durch den Krieg verzögert kam 1918 noch eine 1F-h4v Lokomotive in Betrieb, die als schwerste Güterzuglokomotive Europas mit Schlepptender noch jetzt nachgebaut wird. In diesen Abschnitt fällt neben einigen Ausführungen nach preußischer Bauart noch eine Reihe von Tenderlokomotiven, so eine 1C1-h2 Lokomotive im Jahr 1910, eine D-h2 Lokomotive im Jahr 1916, eine E-h2 Lokomotive im Jahr 1921 und endlich noch eine E+1Z-h4v Lokomotive im Jahr 1922.

Sämtliche Lokomotiven sind in der Quelle in demselben Maßstab in Typenbildern dargestellt. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt die dauernde, starke Vergrößerung der Hauptabmessungen und Leistungen bei den wichtigsten neueren Lokomotiven:

Baujahr	Bezeichnung	Klasse	Lokomotive: Treibrad-durchm. mm	Zylinder-durchm. mm	Kolben-hub mm	Dampf-druck at	Heiz-fläche qm	Rost-fläche qm	Dienst-gewicht t	Lokomotive samt Tender: Dienst-gewicht t	Gesamt-achsstand m	Gesamt-länge m	Leistung auf der Steigung 1:100: Belastung t	Geschw. km/Std.	Zugkraft kg	Pferde-stärken PS
							Personen- und Schnellzuglokomotiven									
1889	1B-n2v	Ac	1650	420/600	560	14	105,25	1,6	40,4	69	9.9	14,078	135	50	2950	540
1892	1B1-n3v	E	1650	420	560	12	148.1	2,0	54,2	83	11,9	16.109	160	50	3450	645
1898	2B-n2v	AD	1800	450/670	560	14	129,1	2,0	51.0	78	12,33	15,402	170	50	3550	660
1898	2C-n4v	D	1650	380/600	560	14	162	2,3	64,4	102	13,975	16,935	250	50	5000	930
1907	2B-h2	ADh	1800	490	560	12	134,9	2,0	51,4	89	12,627	15,866	170	60	3900	865
1909	2C1-h4v	C	1800	420/620	612	15	261	3.95	85,2	133	17,41	20,415	400	60	8000	1775
							Güterzuglokomotiven									
1889	C-n2v	Fc	1230	480/685	612	14	117,9	1,4	39,6	67,5	9,688	14,102	340	18	5150	345
1893	C-n2v	Fl	1380	480/685	612	14	116,75	1,4	41,4	69,3	10,505	14,814	340	18	5150	345
1892	E-n3v	G	1230	480	612	12	197,6	2,2	68,5	97,1	12,455	17,079	680	18	9850	655
1905	E-n2v	H	1250	565/860	612	15	233	2,83	73	109,6	12,44	17,035	750	18	10900	730
1909	E-h2	Hh	1250	620	612	12	205,7	2,58	73,8	110,4	12.44	17,035	800	18	11600	775
1918	1F-h4v	K	1350	510/760	650	15	313,5	4,2	106,5	154	17,18	20,2	1330	18	18700	1250
							Tenderlokomotiven									
1891	C-n2	T3	1045	380	540	12	63,9	1,0	29,7	—	3,0	8,505	165	32	2550	305
1906	D-n2	T4	1380	530	612	14	143,4	2,09	64,5	—	4,65	11,0	300 auf 1:44	18	9400	630
1909	1C1-h2	T5	1450	500	612	12	143,6	1,95	69,5	—	8,7	12,2	350	32	5550	660
1916	D-h2	T6	1150	500	560	13	115,4	1,5	60	—	5,0	10,6	600	18	8250	550
1921	E-h2	Tn	1150	500	560	13	163,3	1,97	62,5	—	5,16	11.03	700	18	9500	630

1 E-h 2 Güterzuglokomotive der Tschechoslowakischen Staatsbahn.

(„Die Lokomotive" 1924, Heft 5.)

Zur Beförderung von Güterzügen von 800 t Gewicht über Steigungen von 10‰ mit einer Geschwindigkeit von 25 km/Std. hat die Tschechoslowakische Staatsbahn 52 Stück 1 E-Lokomotiven beschafft. Der Entwurf wurde von den Skodawerken in Prag ausgearbeitet. Diese haben es damit zum erstenmal unternommen, eine Lokomotive selber zu entwerfen, nachdem sie sich seither damit begnügt hatten, Nachlieferungen oder Umbauten bestehender Lokomotivtypen auszuführen. Die Lokomotive hat den Erwartungen völlig entsprochen: bei der ersten Versuchsfahrt wurde ein Zug von 804 t Wagengewicht auf der 13 km langen Strecke Nepomuk—Olšany mit 11‰ Steigung mit Geschwindigkeiten von 30 bis 40 km/Std. gefahren. Die gröfste Zylinderfüllung betrug 40 bis 45%.

Die Lokomotive ist für einen gröfsten Achsdruck von 14,5 t gebaut, dürfte diesen jedoch nur mit Speisewasservorwärmer erreichen, der indessen nur bei einigen Lokomotiven vorgesehen ist. Der Langkessel trägt zwei durch ein Rohr verbundene Dome, in welche der Dampf durch Wasserabscheider eintritt. Im vorderen Dom befindet sich ein Ventilregler. Bei fünf Lokomotiven ist der neueste Ventilregler von Schmidt und Wagner eingebaut, der so zufriedenstellend arbeitet, dafs er für alle künftigen Neubauten von Lokomotiven vorgeschrieben wurde. Am rückwärtigen Dom sind zwei Pop-Sicherheitsventile von 4" angebracht. Auf der Unterseite eines jeden der beiden Kesselschüsse befindet sich ein Schlammsammler mit Friedmannschem Abschlammschieber. Der Überhitzer hat die Schmidtsche Bauart mit Elementen von 32/38 mm Rohrdurchmesser. Das Blasrohr hat zum Zweck der Schalldämpfung einen bauchartig erweiterten Untersatz. Der Schornstein trägt für die Verfeuerung von Braunkohle einen Kobelrauchfang. Der Aschkasten ist im Rahmen befestigt und gegen den Stehkessel gut abgedichtet. Er kann vom Führerhaus aus durch zwei Bodenklappen entleert werden.

Die Zylinder haben Kolbenschieber von 280 mm Durchmesser für innere Einströmung. Jede Schieberseite ist durch fünf schmale Ringe abgedichtet. Die Dampfkanäle führen ohne Krümmung vom Schieber zum Zylinder. Der Stahlgufskolben ist hohl und hat ebene Stirnflächen; er ist durch drei Dichtungsringe abgedichtet. Die hohlen Schieberstangen haben Labyrinthdichtung. Der Druckausgleich wird von Hand betätigt. Die Luftsaugeventile sitzen an den Einströmrohren oberhalb des Trittblechs, so dafs sie möglichst staubfreie Luft ansaugen.

Der Rahmen besteht aus zwei 34 mm starken Platten, an welche vor den Dampfzylindern zwei weitere, nach vorn gegeneinander laufende 30 mm starke Platten angenietet sind, um das nötige Seitenspiel für die Adamsachse zu erhalten. Die Adamsachse hat beiderseits 65 mm Ausschlag. Erste und vierte Kuppelachse sind fest, die zweite und fünfte haben Seitenspiel (22 bzw. 25 mm), die dritte ist Treibachse und hat um 10 mm schwächer gedrehte Spurkränze. Die Achslagerschalen liegen nicht, wie sonst üblich, mit fünf ebenen Flächen im Achslagergehäuse an, sondern sie haben eine zylindrische, zum Achsmittel exzentrische Auflagerfläche. Diese ist so ausgebildet, dafs sowohl das Lagergehäuse innen, als auch die Lagerschale aufsen gedreht und geschliffen werden kann, dafs also keinerlei Handarbeit mehr zum Einpassen nötig ist. Die Verdrehung der Lagerschale im Gehäuse wird einerseits durch die erwähnte exzentrische Anordnung, andererseits durch eine Drehsicherung in Form eines kräftigen Pafsstückes zwischen Gehäuse und Schale sowie dadurch verhindert, dafs der Achslagerunterkasten an die Achslagerschale anstöfst. Die Tragfedern liegen über den Achsen, nur bei den beiden hinteren Achsen sind sie unterhalb angeordnet.

Durch eine selbsttätige Saugebremse, die auf die zweite, dritte und vierte Kuppelachse wirkt, werden 42,6% des Reibungsgewichtes der Lokomotive abgebremst. Dabei ist Sorge getragen, dafs diese Saugebremse jederzeit ohne weitere Änderungen durch eine Druckluftbremse ersetzt werden kann, wobei die Bremsverhältnisse dieselben bleiben.

Zur Speisung des Kessels dienen zwei nichtsaugende Strahlpumpen von Friedmann. Bei fünf Lokomotiven wird das Speisewasser über einen Schlammabscheider geführt; drei Lokomotiven haben, wie schon eingangs erwähnt, an Stelle der einen Strahlpumpe eine Speiseeinrichtung mit Speisewasservorwärmung erhalten und zwar einen Oberflächenvorwärmer von Knorr, einen Einspritz-(Niederschlag)-

Vorwärmer von Worthington und einen Abdampfinjektor von Metcalf. Mit letzterem kann gegen einen Druck von $10^1/_2$ at gespeist werden; für die im Lokomotivbetrieb üblichen Kesseldrücke ist nach der Quelle Frischdampfzusatz in einer Menge von 2 bis 3 kg für 100 kg Speisewasser erforderlich; das Speisewasser erreicht hierbei 90 bis 105° C. Bei den gewöhnlichen Strahlpumpen beträgt der Dampfverbrauch 10 kg, die erreichte Temperatur 50 bis 60°. Der Abdampf wird hier wie bei dem Einspritzvorwärmer entölt. In England sind solche Abdampfinjektoren in ausgedehnter Verwendung; aber auch andere Bahnen machen davon Gebrauch.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

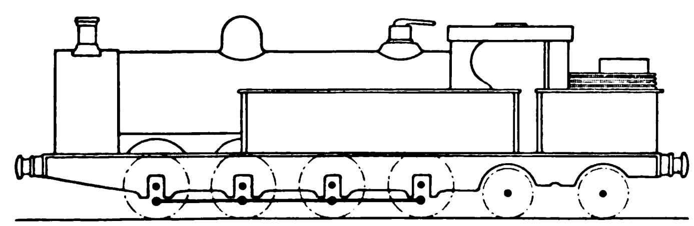
Kesselüberdruck p	14 at
Zylinderdurchmesser d	620 mm
Kolbenhub h	632 „
Kesseldurchmesser, aufsen (vorn)	1826 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2750 „
Feuerbüchse, Länge	2730 „
„ , Weite	1540 „
Heizrohre, Anzahl	175 Stck.
„ , Durchmesser	46/51 mm
Rauchrohre, Anzahl	30 Stck.
„ , Durchmesser	126/133 mm
Rohrlänge	5000 „
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	15,0 qm
Heizfläche der Rohre	185,68 „
„ des Überhitzers	63,0 „
„ — im Ganzen — H	263,68 „
Rostfläche R	4,2 „
Durchmesser der Treibräder D	1300 mm
„ „ Laufräder	1034 „
Fester Achsstand	4200 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8180 „
Reibungsgewicht G_1 (ohne Vorwärmer)	70,4 t
Dienstgewicht der Lokomotive G (ohne Vorwärmer)	82,75 „
Leergewicht „ „ („ „)	73,9 „
Zugkraft $Z = 0{,}6 . p . (d^{cm})^2 . h : D =$	15700 kg
H:R	62,8
H:G	3,19 qm/t
Z:H	59,5 kg/qm
Z:G	190 kg/t

R. D.

Neuere englische Lokomotiven.

(Bulletin de l'essociation intern. du congrès des chemins de fer. April 1924.)

Im 2. Heft 1924 des Organs wurde eine 2 C - h 4 Schnellzuglokomotive der englischen Grofsen Westbahn beschrieben, die 1923 in Swindon in gröfserer Stückzahl gebaut worden ist. Die Lokomotiven gehören der „Castle“ Klasse an (siehe Abb.) und stellen eine Weiterentwicklung der auf dieser Bahn vor ungefähr 12 Jahren eingeführten 2 C Bauart dar. Die neuen 2 C Lokomotiven der Westbahn übertreffen bei 14 345 kg Zugkraft die 2 C 1 Pacificlokomotiven der englischen Grofsen Nordbahn und der Nordostbahn.



Eine andere bemerkenswerte englische Lokomotive stammt aus dem Jahre 1919. Es ist dies eine 1 C - h 3 Lokomotive für gemischten Dienst, die für die Südost- und Chathambahn entworfen und bis zum Jahre 1923 in grofser Stückzahl gebaut wurde. Anfänglich bekamen diese Lokomotiven zwei Zylinder (Zwilling). Bei der im vorigen Jahr für eine andere ;Bahngesellschaft (englische Südbahn) fertiggestellten Lokomotive dieser Klasse ging man jedoch zu drei Zylindern (Drilling) über, die auf die mittlere der drei gekuppelten Achsen arbeiten. Die beiden Aufsenzylinder liegen horizontal, der innere Zylinder ist unter 1 : 8 geneigt. Die äufseren Kolbenschieber werden durch Heusingersteuerung, der innere Schieber wird durch einen Doppelhebel von der Aufsensteuerung mit bewegt. Zu bemerken ist, dafs der Mittelzylinder mit dem linken Aufsenzylinder aus einem Stück, während der rechte Zylinder für sich hergestellt ist. Die Dreizylindermaschine sollte dieselbe Zugkraft wie die Zwillingslokomotiven aufweisen, daher setzte man bei ihr den Dampfdruck von etwa 14,5 auf 13,4 at herab. Nachfolgend einige Hauptabmessungen der Dreizylinderlokomotive:

Zylinderdurchmesser	457 mm
Kolbenhub	711 „
Triebraddurchmesser	1676 „
Heizfläche der Rohre	129,19 qm
„ „ Buchse	12,54 „
„ des Überhitzers	26,48 „
Rostfläche	2,32 „
Dampfspannung	13,36 at
Dienstgewicht	62,7 t

Eine D 2 Tenderlokomotive der London-Midland und Schottischen Eisenbahn, gebaut 1921 in Crewe, ist aus der D 1 Verschiebetenderlokomotive entwickelt, die im Jahre 1911 gebaut wurde, und hat Innenzylinder mit Joysteuerung. Sie hat im Gegensatz zu ihrer Vorläuferin grofse Wasser- und Kohlenkästen und ist für Ölfeuerung eingerichtet. Der Zylinderdurchmesser beträgt 521 mm, der Kolbenhub 610 mm, der Triebraddurchmesser 1359 mm, der Laufraddurchmesser 990 mm. Die Heizfläche beträgt 190 qm, die Rostfläche nur 2,19 qm. Die Lokomotive hat 13 at Kesselspannung und 88 t Dienstgewicht bei 9,2 cbm Wasservorrat und 3,5 t Kohlenvorrat. Sie befördert Personenzüge auf Steilrampen.

Die London-Midland und Schottische Bahn verfügt über eine Anzahl 2 C - h 3 Schnellzuglokomotiven, die auf den starken Steigungen zwischen Callendar und Oban verkehren. Sie wurden neuerdings wieder mit Zwillingstriebwerk beschafft. Die Abmessungen der Zwillingslokomotiven sind:

Zylinderdurchmesser	496 mm
Kolbenhub	660 „
Triebraddurchmesser	1676 „
Heizfläche der Rohre	158,58 qm
„ „ Feuerbuchse	10,78 „
„ des Überhitzers	—
Rostfläche	2,03 qm
Dampfspannung	13 at
Dienstgewicht	62,6 t

Die Abbildung zeigt eine geschichtlich bemerkenswerte 2 D Lokomotive der vorerwähnten Bahngesellschaft vom Jahre 1897. Diese Lokomotive war in der Eisenbahnwelt die erste Vierzylinderlokomotive mit einstufiger Dampfdehnung. Die Innenzylinder hatten 368 mm Durchmesser und 660 mm Hub, die Aufsenzylinder dagegen 317 mm und 610 mm Hub Die Lokomotive wurde später in den Werkstätten von Kilmarnock umgebaut und mit gröfserem Kessel und Robinson-Überhitzer versehen. Auch wurden die vier Zylinder auf den gleichen Durchmesser von 356 mm geändert, der Unterschied im Hub hingegen wurde beibehalten. Für jede Maschinenseite wurde ein Kolbenschieber eingebaut. Die Maschine hat nach wie vor Stephensonsteuerung. Die Abmessungen der Maschine nach dem Umbau sind:

Zylinderdurchmesser	4 × 356 mm
Kolbenhub	2 × 610/660 „
Triebraddurchmesser	2070 „
Heizfläche der Rohre	134,15 qm
„ „ Feuerbuchse	13,75 „
„ des Überhitzers	19,60 „
Rostfläche	2,56 „
Dampfspannung	13 at
Dienstgewicht	61,4 t
187 Heizrohre, 22 Rauchrohre.	

St.

Ausbesserungsstand der Lokomotiven und Wagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

(Railway Age. 1924, 1. Halbj. Nr. 15.)

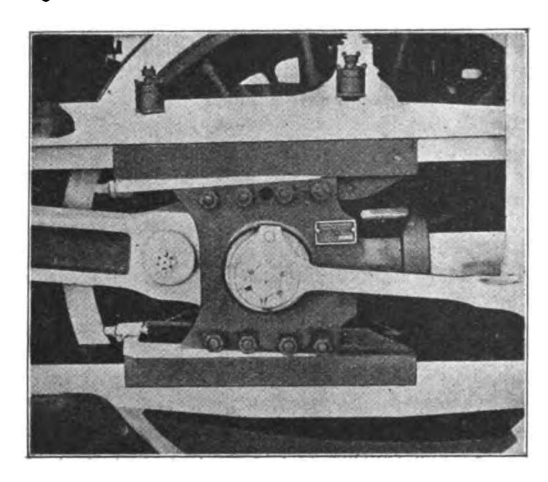
Im September 1922 erreichte in den Vereinigten Staaten von Nordamerika der Ausbesserungsstand an Lokomotiven, die für mehr als 24 Stunden dienstunfähig waren, einen Höchststand von 23,5 v. H., während der Stand an ausbesserungsbedürftigen Wagen 14,8 v. H. betrug. Die Ursache war ein ausgedehnter Streik der Werkstättenarbeiter, der am 1. Juli 1922 begonnen hatte und sich im allgemeinen bis Mitte September 1922, vereinzelt sogar bis Anfang 1923 hinzog. Eine mäßige Besserung ergab sich bis zum 1. Januar 1923 durch

Abminderung des Ausbesserungsstandes auf 21,1 v. H. bei den Lokomotiven und 9,5 v. H. bei den Wagen. Im Jahre 1923 wurde jedoch unter Aufwendung beträchtlicher Geldmittel für die Werkstätten eine wesentliche Senkung des Ausbesserungsstandes erreicht. Dieser fiel daher am 1. Januar 1924 bei den Lokomotiven auf 14,6 v. H. und bei den Wagen auf 6,9 v. H. Hierdurch waren zu Beginn des Jahres 1924 5000 Lokomotiven und 70000 Wagen mehr verfügbar als zu Beginn des Jahres 1923. Pfl.

Nachstellbarer Kreuzkopf.

(Railway Age 1924, 1. Halbjahr, Nr. 28.)

Mit einem nachstellbaren Kreuzkopf Bauart Rogatchoff wurden auf amerikanischen Bahnen gute Erfahrungen gemacht. Wie die Abbildung zeigt, kann durch nachstellbare Keile der durch Abnützung entstehende Spielraum zwischen Kreuzkopfsohle und Gleitbacken nach Bedarf auf ein geringeres Mafs vermindert werden. Bei einer Personenzuglokomotive der Baltimore- und Ohio-Bahn war auf der



linken Lokomotivseite ein solcher Kreuzkopf 35 Monate lang ohne jede Unterbrechung in Verwendung; die Lokomotive legte in dieser Zeit mehr als 204000 km zurück. Durch Vergleichsversuche wurde festgestellt, dafs die gute, spielraumfreie Führung des Kreuzkopfes auch auf die Haltbarkeit der Stopfbüchsenpackungen und Zylinderdichtungsringe sowie der Triebstangenlagerschalen und Kreuzkopfführungen einen sehr günstigen Einflufs ausübt. Gegenwärtig sind mehr als 400 amerikanische Lokomotiven mit dem nachstellbaren Kreuzkopf ausgerüstet. Pfl.

Amerikanische Normen für Leistungsversuche an Lokomotiven.

(Zeitschrift des Ver. deutsch. Ing. 1924, Nr. 8.)

In der Quelle berichtet Regierungsbaurat Prof. Nordmann vom Eisenbahn-Zentralamt über einen von der American Society of Mechanical Engineers herausgegebenen Entwurf von Regeln für Leistungsversuche an Lokomotiven und vergleicht diesen mit der in Deutschland üblichen Art der Lokomotivprüfung. Zum Zweck der Feststellung des Dampf- und Brennstoffverbrauchs der Lokomotiven für die Leistungseinheit sind nach dem Entwurf zwei Wege vorhanden: entweder der Versuch auf dem Prüfstand oder die Versuchsfahrt. Ersterer schneidet in dem Entwurf besser ab, was darauf zurückzuführen sein dürfte, dafs man in den Vereinigten Staaten über vier ortsfeste Prüfstände verfügt. Die amerikanischen Streckenversuche unterscheiden sich von den deutschen dadurch, dafs sie Betriebsbedingungen wiederholen sollen, während bei uns die Versuchsfahrten wegen des Fehlens einer ortsfesten Prüfanlage eher entsprechend den amerikanischen Standversuchen im Beharrungszustand durchgeführt werden und vielfach auch dazu dienen, die Leistungsgrenzen der Lokomotiven festzulegen.

Für die Prüfstandversuche werden zuerst eine gröfsere Anzahl von Angaben und Messungen über die Lokomotivabmessungen, sowie über die näheren Bedingungen, unter welchen der Versuch stattfinden soll, verlangt. Die Abmessungen an der Lokomotive sollen möglichst nicht nur aus Zeichnungen, sondern auch unmittelbar durch Messung festgelegt werden. Es wird sodann der Vollzug des Versuches selbst mit einer Menge von gröfserem und kleinerem Mefsgerät beschrieben. Weiter enthält der Entwurf Anweisungen für die Auswertung der Ergebnisse und die Aufstellung des Versuchsprotokolls. Dieses ist aufserordentlich ausführlich und bei Aufzählung der Abmessungen teilweise von pedantischer Gründlichkeit.

Der Streckenversuch soll, wenn es auf genaue Werte ankommt. erst in zweiter Linie kommen. Die vorzunehmenden Messungen sind im allgemeinen dieselben wie beim Prüfstandversuch. Abweichend von diesem wird allerdings ohne ersichtlichen Grund auf verschiedene Messungen, die sich auch hier leicht ermöglichen lassen dürften, wie Barometerstand und Luftverdünnung in der Feuerbüchse, verzichtet. Neu kommen hinzu Angaben über Art und Gewicht des Zuges, sowie über Strecke, Zeit und Wetter. Hierauf werden die nötigen Einrichtungen nach Anordnung (teils auf Lokomotive, teils auf Mefswagen) und Verwendung beschrieben. Die Auswertung der Ergebnisse und die Aufstellung des Protokolls beschliefsen wiederum die Vorschrift.

Beim Vergleich mit den Lokomotivprüfungen bei der Deutschen Reichsbahn fällt auf, dafs der Hauptwert bei uns auf die Ermittlung des Dampfverbrauchs gelegt wird und die Kohlen im Gegensatz zur amerikanischen Übung demgegenüber etwas zurücktreten. Eine Berechtigung dieses Standpunkts ist darin zu erblicken, dafs der Dampf ein physikalisch homogener Körper ist, während der Heizwert der Kohle schwankt. Die Ermittlung der Zughakenleistung ist bei den amerikanischen Versuchen nicht einheitlich. Beim Fahrtversuch erscheint wie bei uns die reine Zughakenleistung mit Abzug des durch den Widerstand der Lauf- und Tenderachsen und der Luft verbrauchten Teils; beim Standversuch ist letzterer Anteil noch in der Zughakenleistung enthalten. Obwohl diese Abweichung erkannt ist, fehlt dennoch jede Begründung dafür. Auch die Dampfwirkung der Maschine wird bei uns sorgfältiger untersucht, so dafs man eher ein Bild über die Spannungs- und Temperaturverluste gewinnt.

Der Gedanke, für die Lokomotivprüfungen Regeln aufzustellen, mufs zweifellos als sehr glücklich bezeichnet werden. Eine einfache Übernahme des vorliegenden amerikanischen Entwurfs scheint aber nicht empfehlenswert, weil er im einzelnen mitunter die nötige Klarheit vermissen läfst. Vor allem fehlt dem Amerikaner, wie man auch sonst oft bemerken kann, die Gabe, einen mit grofser Sorgfalt durchgeführten Versuch nachher auch entsprechend auszuwerten.

R. D.

Amerikanische Zwei-Motoren-Triebwagen.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 20.)

In den letzten Jahren wurden in Amerika Triebwagen mit Verbrennungsmotoren von 2,75 m nutzbarer Breite und 16,75 m nutzbarer Länge gebaut, welche beladen über 27 t wiegen und eine Motorleistung von etwa 120 PS erfordern. Diese Wagen arbeiten zufriedenstellend, besitzen jedoch den Nachteil, dafs sie Treibmaschinen von höherer Leistung erfordern, als sie für Strafsenkraftwagen gewöhnlich in Betracht kommen. Es ist deshalb eine Massenerzeugung der Motoren zu einem niedrigen Preis und mit Austauschbarkeit der Teile nicht möglich. Auch das Wechselgetriebe macht Schwierigkeiten.

Diese Nachteile sucht eine Bauart der Mack Trucks, Incorporated, Chicago durch den Einbau von zwei Kraftanlagen in jeden Triebwagen zu vermeiden. Die beiden Motoren laufen mit gleicher Drehzahl; jeder Motor treibt nur eine Achse des zugehörigen Drehgestells an. Wesentlich ist dabei, dafs die Motoren so zuverlässig sind, dafs sie im Betriebe keinerlei Aufsicht oder Aufmerksamkeit erfordern. Die Bauart bietet noch den Vorteil, dafs beim Schadhaftwerden eines Motors die Heimfahrt mit dem anderen noch möglich ist. Zum Antrieb dienen gewöhnliche Automobilmotoren von je 60 PS, die alljährlich zu Tausenden gebaut werden und für welche Ersatzteile überall im Lande erhältlich sind. Auch eine grofse Zahl anderer Strafsen-Kraftwagenteile, wie Wellen, Kühler, Getriebe, Kupplungen usw. sind ohne Änderung verwendet.

Jedes Drehgestell ist mit einem Vierzylinder-Motor von 60 PS Höchstleistung bei 127 mm Zylinderdurchmesser und 153 mm Hub ausgerüstet, dessen in der Wagenlängsachse liegende Welle über eine Kupplung und ein Wechselgetriebe und Kegelräder die Triebachse antreibt. Das Wechselgetriebe wird druckluft-elektrisch betätigt; die Kolben der Luftzylinder stehen mit den Gabeln der Wechselgetriebe und mit dem Kupplungshebel so in Verbindung, dafs das Wechseln bei beiden Drehgestellen vollkommen gleichzeitig in drei Zeitabschnitten erfolgt. Im ersten Abschnitt werden die Getrieberäder aufser Eingriff gebracht und gleichzeitig die Kupplung gelöst, im zweiten Zeit-

Vorwärmer von Worthington und einen Abdampfinjektor von Metcalf. Mit letzterem kann gegen einen Druck von $10^1/_2$ at gespeist werden; für die im Lokomotivbetrieb üblichen Kesseldrücke ist nach der Quelle Frischdampfzusatz in einer Menge von 2 bis 3 kg für 100 kg Speisewasser erforderlich; das Speisewasser erreicht hierbei 90 bis 105° C. Bei den gewöhnlichen Strahlpumpen beträgt der Dampfverbrauch 10 kg, die erreichte Temperatur 50 bis 60°. Der Abdampf wird hier wie bei dem Einspritzvorwärmer entölt. In England sind solche Abdampfinjektoren in ausgedehnter Verwendung; aber auch andere Bahnen machen davon Gebrauch.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

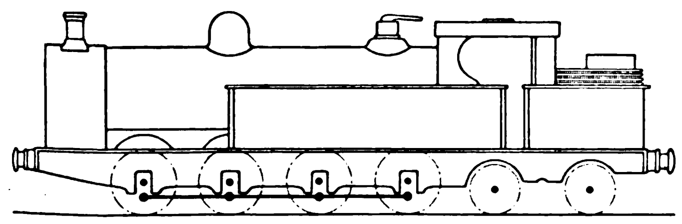
Kesselüberdruck p	14 at
Zylinderdurchmesser d	620 mm
Kolbenhub h	632 „
Kesseldurchmesser, aufsen (vorn)	1826 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2750 „
Feuerbüchse, Länge	2730 „
„ , Weite	1540 „
Heizrohre, Anzahl	175 Stck.
„ , Durchmesser	46/51 mm
Rauchrohre, Anzahl	30 Stck.
„ , Durchmesser	126/133 mm
Rohrlänge	5000 „
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	15,0 qm
Heizfläche der Rohre	185,68 „
„ des Überhitzers	63,0 „
„ — im Ganzen — H	263,68 „
Rostfläche R	4,2 „
Durchmesser der Treibräder D	1300 mm
„ „ Laufräder	1034 „
Fester Achsstand	4200 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8180 „
Reibungsgewicht G_1 (ohne Vorwärmer)	70,4 t
Dienstgewicht der Lokomotive G (ohne Vorwärmer)	82,75 „
Leergewicht „ „ („ „)	73,9 „
Zugkraft $Z = 0,6 . p . (d^{cm})^2 . h : D =$	15700 kg
H : R	62,8
H : G	3,19 qm/t
Z : H	59,5 kg/qm
Z : G	190 kg/t

R. D.

Neuere englische Lokomotiven.

(Bulletin de l'association intern. du congrès des chemins de fer. April 1924.)

Im 2. Heft 1924 des Organs wurde eine 2 C - h 4 Schnellzuglokomotive der englischen Grofsen Westbahn beschrieben, die 1923 in Swindon in gröfserer Stückzahl gebaut worden ist. Die Lokomotiven gehören der „Castle“ Klasse an (siehe Abb.) und stellen eine Weiterentwicklung der auf dieser Bahn vor ungefähr 12 Jahren eingeführten 2 C Bauart dar. Die neuen 2 C Lokomotiven der Westbahn übertreffen bei 14345 kg Zugkraft die 2 C 1 Pacificlokomotiven der englischen Grofsen Nordbahn und der Nordostbahn.



Eine andere bemerkenswerte englische Lokomotive stammt aus dem Jahre 1919. Es ist dies eine 1 C - h 3 Lokomotive für gemischten Dienst, die für die Südost- und Chathambahn entworfen und bis zum Jahre 1923 in grofser Stückzahl gebaut wurde. Anfänglich bekamen diese Lokomotiven zwei Zylinder (Zwilling). Bei der im vorigen Jahr für eine andere Bahngesellschaft (englische Südbahn) fertiggestellten Lokomotive dieser Klasse ging man jedoch zu drei Zylindern (Drilling) über, die auf die mittlere der drei gekuppelten Achsen arbeiten. Die beiden Aufsenzylinder liegen horizontal, der innere Zylinder ist unter 1 : 8 geneigt. Die äufseren Kolbenschieber werden durch Heusingersteuerung, der innere Schieber wird durch einen Doppelhebel von der Aufsensteuerung mit bewegt. Zu bemerken ist, dafs der Mittelzylinder mit dem linken Aufsenzylinder aus einem Stück, während der rechte Zylinder für sich hergestellt ist. Die Dreizylindermaschine sollte dieselbe Zugkraft wie die Zwillingslokomotiven aufweisen, daher setzte man bei ihr den Dampfdruck von etwa 14,5 auf 13,4 at herab. Nachfolgend einige Hauptabmessungen der Dreizylinderlokomotive:

Zylinderdurchmesser	457 mm
Kolbenhub	711 „
Triebraddurchmesser	1676 „
Heizfläche der Rohre	129,19 qm
„ „ Buchse	12,54 „
„ des Überhitzers	26,48 „
Rostfläche	2,32 „
Dampfspannung	13,36 at
Dienstgewicht	62,7 t

Eine D 2 Tenderlokomotive der London-Midland und Schottischen Eisenbahn, gebaut 1921 in Crewe, ist aus der D 1 Verschiebetenderlokomotive entwickelt, die im Jahre 1911 gebaut wurde, und hat Innenzylinder mit Joysteuerung. Sie hat im Gegensatz zu ihrer Vorläuferin grofse Wasser- und Kohlenkästen und ist für Ölfeuerung eingerichtet. Der Zylinderdurchmesser beträgt 521 mm, der Kolbenhub 610 mm, der Triebraddurchmesser 1359 mm, der Laufraddurchmesser 990 mm. Die Heizfläche beträgt 190 qm, die Rostfläche nur 2,19 qm. Die Lokomotive hat 13 at Kesselspannung und 88 t Dienstgewicht bei 9,2 cbm Wasservorrat und 3,5 t Kohlenvorrat. Sie befördert Personenzüge auf Steilrampen.

Die London-Midland und Schottische Bahn verfügt über eine Anzahl 2 C - h 3 Schnellzuglokomotiven, die auf den starken Steigungen zwischen Callendar und Oban verkehren. Sie wurden neuerdings wieder mit Zwillingstriebwerk beschafft. Die Abmessungen der Zwillingslokomotiven sind:

Zylinderdurchmesser	496 mm
Kolbenhub	660 „
Triebraddurchmesser	1676 „
Heizfläche der Rohre	158,58 qm
„ „ Feuerbuchse	10,78 „
„ des Überhitzers	—
Rostfläche	2,03 qm
Dampfspannung	13 at
Dienstgewicht	62,6 t

Die Abbildung zeigt eine geschichtlich bemerkenswerte 2 D Lokomotive der vorerwähnten Bahngesellschaft vom Jahre 1897. Diese Lokomotive war in der Eisenbahnwelt die erste Vierzylinderlokomotive mit einstufiger Dampfdehnung. Die Innenzylinder hatten 368 mm Durchmesser und 660 mm Hub, die Aufsenzylinder dagegen 317 mm und 610 mm Hub Die Lokomotive wurde später in den Werkstätten von Kilmarnock umgebaut und mit gröfserem Kessel und Robinson-Überhitzer versehen. Auch wurden die vier Zylinder auf den gleichen Durchmesser von 356 mm geändert, der Unterschied im Hub hingegen wurde beibehalten. Für jede Maschinenseite wurde ein Kolbenschieber eingebaut. Die Maschine hat nach wie vor Stephensonsteuerung. Die Abmessungen der Maschine nach dem Umbau sind:

Zylinderdurchmesser	4 × 356 mm
Kolbenhub	2 × 610/660 „
Treibraddurchmesser	2070 „
Heizfläche der Rohre	134,15 qm
„ „ Feuerbuchse	13,75 „
„ des Überhitzers	19,60 „
Rostfläche	2,56 „
Dampfspannung	13 at
Dienstgewicht	61,4 t

187 Heizrohre, 22 Rauchrohre. St.

Ausbesserungsstand der Lokomotiven und Wagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

(Railway Age. 1924, 1. Halbj. Nr. 15.)

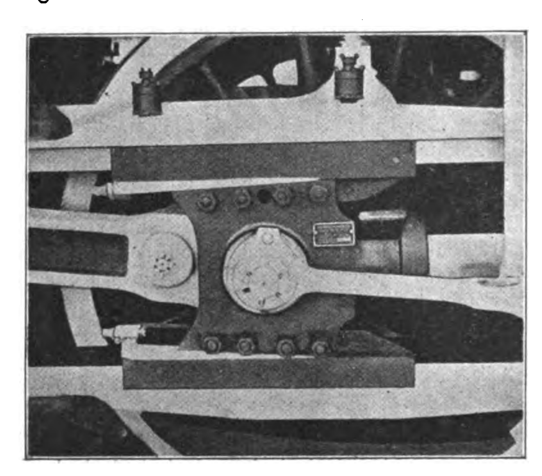
Im September 1922 erreichte in den Vereinigten Staaten von Nordamerika der Ausbesserungsstand an Lokomotiven, die für mehr als 24 Stunden dienstunfähig waren, einen Höchststand von 23,5 v. H., während der Stand an ausbesserungsbedürftigen Wagen 14,8 v. H. betrug. Die Ursache war ein ausgedehnter Streik der Werkstättenarbeiter, der am 1. Juli 1922 begonnen hatte und sich im allgemeinen bis Mitte September 1922, vereinzelt sogar bis Anfang 1923 hinzog. Eine mäßige Besserung ergab sich bis zum 1. Januar 1923 durch

Abminderung des Ausbesserungsstandes auf 21,1 v. H. bei den Lokomotiven und 9,5 v. H. bei den Wagen. Im Jahre 1923 wurde jedoch unter Aufwendung beträchtlicher Geldmittel für die Werkstätten eine wesentliche Senkung des Ausbesserungsstandes erreicht. Dieser fiel daher am 1. Januar 1924 bei den Lokomotiven auf 14,6 v. H. und bei den Wagen auf 6,9 v. H. Hierdurch waren zu Beginn des Jahres 1924 5000 Lokomotiven und 70000 Wagen mehr verfügbar als zu Beginn des Jahres 1923. Pfl.

Nachstellbarer Kreuzkopf.

(Railway Age 1924, 1. Halbjahr, Nr. 28.)

Mit einem nachstellbaren Kreuzkopf Bauart Rogatchoff wurden auf amerikanischen Bahnen gute Erfahrungen gemacht. Wie die Abbildung zeigt, kann durch nachstellbare Keile der durch Abnützung entstehende Spielraum zwischen Kreuzkopfsohle und Gleitbacken nach Bedarf auf ein geringeres Mafs vermindert werden. Bei einer Personenzuglokomotive der Baltimore- und Ohio-Bahn war auf der



linken Lokomotivseite ein solcher Kreuzkopf 35 Monate lang ohne jede Unterbrechung in Verwendung; die Lokomotive legte in dieser Zeit mehr als 204000 km zurück. Durch Vergleichsversuche wurde festgestellt, dafs die gute, spielraumfreie Führung des Kreuzkopfes auch auf die Haltbarkeit der Stopfbüchsenpackungen und Zylinderdichtungsringe sowie der Triebstangenlagerschalen und Kreuzkopfführungen einen sehr günstigen Einflufs ausübt. Gegenwärtig sind mehr als 400 amerikanische Lokomotiven mit dem nachstellbaren Kreuzkopf ausgerüstet. Pfl.

Amerikanische Normen für Leistungsversuche an Lokomotiven.

(Zeitschrift des Ver. deutsch. Ing. 1924, Nr. 8.)

In der Quelle berichtet Regierungsbaurat Prof. Nordmann vom Eisenbahn-Zentralamt über einen von der American Society of Mechanical Engineers herausgegebenen Entwurf von Regeln für Leistungsversuche an Lokomotiven und vergleicht diesen mit der in Deutschland üblichen Art der Lokomotivprüfung. Zum Zweck der Feststellung des Dampf- und Brennstoffverbrauchs der Lokomotiven für die Leistungseinheit sind nach dem Entwurf zwei Wege vorhanden: entweder der Versuch auf dem Prüfstand oder die Versuchsfahrt. Ersterer schneidet in dem Entwurf besser ab, was darauf zurückzuführen sein dürfte, dafs man in den Vereinigten Staaten über vier ortsfeste Prüfstände verfügt. Die amerikanischen Streckenversuche unterscheiden sich von den deutschen dadurch, dafs sie Betriebsbedingungen wiederholen sollen, während bei uns die Versuchsfahrten wegen des Fehlens einer ortsfesten Prüfanlage eher entsprechend den amerikanischen Standversuchen im Beharrungszustand durchgeführt werden und vielfach auch dazu dienen, die Leistungsgrenzen der Lokomotiven festzulegen.

Für die Prüfstandversuche werden zuerst eine gröfsere Anzahl von Angaben und Messungen über die Lokomotivabmessungen, sowie über die näheren Bedingungen, unter welchen der Versuch stattfinden soll, verlangt. Die Abmessungen an der Lokomotive sollen möglichst nicht nur aus Zeichnungen, sondern auch unmittelbar durch Messung festgelegt werden. Es wird sodann der Vollzug des Versuches selbst mit einer Menge von gröfserem und kleinerem Mefsgerät beschrieben. Weiter enthält der Entwurf Anweisungen für die Auswertung der Ergebnisse und die Aufstellung des Versuchsprotokolls. Dieses ist aufserordentlich ausführlich und bei Aufzählung der Abmessungen teilweise von pedantischer Gründlichkeit.

Der Streckenversuch soll, wenn es auf genaue Werte ankommt, erst in zweiter Linie kommen. Die vorzunehmenden Messungen sind im allgemeinen dieselben wie beim Prüfstandversuch. Abweichend von diesem wird allerdings ohne ersichtlichen Grund auf verschiedene Messungen, die sich auch hier leicht ermöglichen lassen dürften, wie Barometerstand und Luftverdünnung in der Feuerbüchse, verzichtet. Neu kommen hinzu Angaben über Art und Gewicht des Zuges, sowie über Strecke, Zeit und Wetter. Hierauf werden die nötigen Einrichtungen nach Anordnung (teils auf Lokomotive, teils auf Mefswagen) und Verwendung beschrieben. Die Auswertung der Ergebnisse und die Aufstellung des Protokolls beschliefsen wiederum die Vorschrift.

Beim Vergleich mit den Lokomotivprüfungen bei der Deutschen Reichsbahn fällt auf, dafs der Hauptwert bei uns auf die Ermittlung des Dampfverbrauchs gelegt wird und die Kohlen im Gegensatz zur amerikanischen Übung demgegenüber etwas zurücktreten. Eine Berechtigung dieses Standpunkts ist darin zu erblicken, dafs der Dampf ein physikalisch homogener Körper ist, während der Heizwert der Kohle schwankt. Die Ermittlung der Zughakenleistung ist bei den amerikanischen Versuchen nicht einheitlich. Beim Fahrtversuch erscheint wie bei uns die reine Zughakenleistung mit Abzug des durch den Widerstand der Lauf- und Tenderachsen und der Luft verbrauchten Teils; beim Standversuch ist letzterer Anteil noch in der Zughakenleistung enthalten. Obwohl diese Abweichung erkannt ist, fehlt dennoch jede Begründung dafür. Auch die Dampfwirkung der Maschine wird bei uns sorgfältiger untersucht, so dafs man eher ein Bild über die Spannungs- und Temperaturverluste gewinnt.

Der Gedanke, für die Lokomotivprüfungen Regeln aufzustellen, mufs zweifellos als sehr glücklich bezeichnet werden. Eine einfache Übernahme des vorliegenden amerikanischen Entwurfs scheint aber nicht empfehlenswert, weil er im einzelnen mitunter die nötige Klarheit vermissen läfst. Vor allem fehlt dem Amerikaner, wie man auch sonst oft bemerken kann, die Gabe, einen mit grofser Sorgfalt durchgeführten Versuch nachher auch entsprechend auszuwerten.

R. D.

Amerikanische Zwei-Motoren-Triebwagen.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 20.)

In den letzten Jahren wurden in Amerika Triebwagen mit Verbrennungsmotoren von 2,75 m nutzbarer Breite und 16,75 m nutzbarer Länge gebaut, welche beladen über 27 t wiegen und eine Motorleistung von etwa 120 PS erfordern. Diese Wagen arbeiten zufriedenstellend, besitzen jedoch den Nachteil, dafs sie Treibmaschinen von höherer Leistung erfordern, als sie für Strafsenkraftwagen gewöhnlich in Betracht kommen. Es ist deshalb eine Massenerzeugung der Motoren zu einem niedrigen Preis und mit Austauschbarkeit der Teile nicht möglich. Auch das Wechselgetriebe macht Schwierigkeiten.

Diese Nachteile sucht eine Bauart der Mack Trucks, Incorporated, Chicago durch den Einbau von zwei Kraftanlagen in jeden Triebwagen zu vermeiden. Die beiden Motoren laufen mit gleicher Drehzahl; jeder Motor treibt nur eine Achse des zugehörigen Drehgestells an. Wesentlich ist dabei, dafs die Motoren so zuverlässig sind, dafs sie im Betriebe keinerlei Aufsicht oder Aufmerksamkeit erfordern. Die Bauart bietet noch den Vorteil, dafs beim Schadhaftwerden eines Motors die Heimfahrt mit dem anderen noch möglich ist. Zum Antrieb dienen gewöhnliche Automobilmotoren von je 60 PS, die alljährlich zu Tausenden gebaut werden und für welche Ersatzteile überall im Lande erhältlich sind. Auch eine grofse Zahl anderer Strafsen-Kraftwagenteile, wie Wellen, Kühler, Getriebe, Kupplungen usw. sind ohne Änderung verwendet.

Jedes Drehgestell ist mit einem Vierzylinder-Motor von 60 PS Höchstleistung bei 127 mm Zylinderdurchmesser und 153 mm Hub ausgerüstet, dessen in der Wagenlängsachse liegende Welle über eine Kupplung und ein Wechselgetriebe und Kegelräder die Triebachse antreibt. Das Wechselgetriebe wird druckluft-elektrisch betätigt; die Kolben der Luftzylinder stehen mit den Gabeln der Wechselgetriebe und mit dem Kupplungshebel so in Verbindung, dafs das Wechseln bei beiden Drehgestellen vollkommen gleichzeitig in drei Zeitabschnitten erfolgt. Im ersten Abschnitt werden die Getrieberäder aufser Eingriff gebracht und gleichzeitig die Kupplung gelöst, im zweiten Zeit-

Vorwärmer von Worthington und einen Abdampfinjektor von Metcalf. Mit letzterem kann gegen einen Druck von 10½ at gespeist werden; für die im Lokomotivbetrieb üblichen Kesseldrücke ist nach der Quelle Frischdampfzusatz in einer Menge von 2 bis 3 kg für 100 kg Speisewasser erforderlich; das Speisewasser erreicht hierbei 90 bis 105° C. Bei den gewöhnlichen Strahlpumpen beträgt der Dampfverbrauch 10 kg, die erreichte Temperatur 50 bis 60°. Der Abdampf wird hier wie bei dem Einspritzvorwärmer entölt. In England sind solche Abdampfinjektoren in ausgedehnter Verwendung; aber auch andere Bahnen machen davon Gebrauch.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

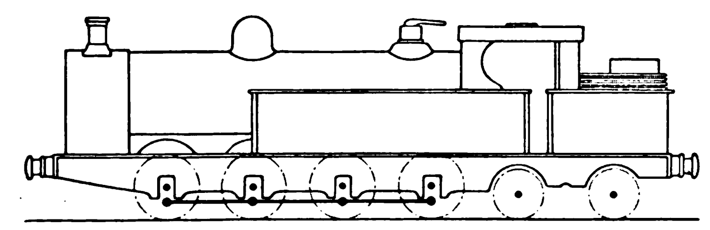
Kesselüberdruck p	14 at
Zylinderdurchmesser d	620 mm
Kolbenhub h	632 „
Kesseldurchmesser, aufsen (vorn)	1826 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2750 „
Feuerbüchse, Länge	2730 „
„ , Weite	1540 „
Heizrohre, Anzahl	175 Stck.
„ , Durchmesser	46/51 mm
Rauchrohre, Anzahl	30 Stck.
„ , Durchmesser	126/133 mm
Rohrlänge	5000 „
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	15,0 qm
Heizfläche der Rohre	185,68 „
„ des Überhitzers	63,0 „
„ — im Ganzen — H	263,68 „
Rostfläche R	4,2 „
Durchmesser der Treibräder D	1300 mm
„ „ Laufräder	1034 „
Fester Achsstand	4200 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8180 „
Reibungsgewicht G_1 (ohne Vorwärmer)	70,4 t
Dienstgewicht der Lokomotive G (ohne Vorwärmer)	82,75 „
Leergewicht „ „ („ „)	73,9 „
Zugkraft $Z = 0{,}6 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 \cdot h : D =$	15700 kg
H : R	62,8
H : G	3,19 qm/t
Z : H	59,5 kg/qm
Z : G	190 kg/t

R. D.

Neuere englische Lokomotiven.

(Bulletin de l'essociation intern. du congrès des chemins de fer. April 1924.)

Im 2. Heft 1924 des Organs wurde eine 2 C - h 4 Schnellzuglokomotive der englischen Grofsen Westbahn beschrieben, die 1923 in Swindon in gröfserer Stückzahl gebaut worden ist. Die Lokomotiven gehören der „Castle" Klasse an (siehe Abb.) und stellen eine Weiterentwicklung der auf dieser Bahn vor ungefähr 12 Jahren eingeführten 2 C Bauart dar. Die neuen 2 C Lokomotiven der Westbahn übertreffen bei 14345 kg Zugkraft die 2 C 1 Pacificlokomotiven der englischen Grofsen Nordbahn und der Nordostbahn.



Eine andere bemerkenswerte englische Lokomotive stammt aus dem Jahre 1919. Es ist dies eine 1 C - h 3 Lokomotive für gemischten Dienst, die für die Südost- und Chathambahn entworfen und bis zum Jahre 1923 in grofser Stückzahl gebaut wurde. Anfänglich bekamen diese Lokomotiven zwei Zylinder (Zwilling). Bei der im vorigen Jahr für eine andere Bahngesellschaft (englische Südbahn) fertiggestellten Lokomotive dieser Klasse ging man jedoch zu drei Zylindern (Drilling) über, die auf die mittlere der drei gekuppelten Achsen arbeiten. Die beiden Aufsenzylinder liegen horizontal, der innere Zylinder ist unter 1 : 8 geneigt. Die äufseren Kolbenschieber werden durch Heusingersteuerung, der innere Schieber wird durch einen Doppelhebel von der Aufsensteuerung mit bewegt. Zu bemerken ist, dafs der Mittelzylinder mit dem linken Aufsenzylinder aus einem Stück, während der rechte Zylinder für sich hergestellt ist. Die Dreizylindermaschine sollte dieselbe Zugkraft wie die Zwillingslokomotiven aufweisen, daher setzte man bei ihr den Dampfdruck von etwa 14,5 auf 13,4 at herab. Nachfolgend einige Hauptabmessungen der Dreizylinderlokomotive:

Zylinderdurchmesser	457 mm
Kolbenhub	711 „
Triebraddurchmesser	1676 „
Heizfläche der Rohre	129,19 qm
„ „ Buchse	12,54 „
„ des Überhitzers	26,48 „
Rostfläche	2,32 „
Dampfspannung	13,36 at
Dienstgewicht	62,7 t

Eine D 2 Tenderlokomotive der London-Midland und Schottischen Eisenbahn, gebaut 1921 in Crewe, ist aus der D 1 Verschiebetenderlokomotive entwickelt, die im Jahre 1911 gebaut wurde, und hat Innenzylinder mit Joysteuerung. Sie hat im Gegensatz zu ihrer Vorläuferin grofse Wasser- und Kohlenkästen und ist für Ölfeuerung eingerichtet. Der Zylinderdurchmesser beträgt 521 mm, der Kolbenhub 610 mm, der Triebraddurchmesser 1359 mm, der Laufraddurchmesser 990 mm. Die Heizfläche beträgt 190 qm, die Rostfläche nur 2,19 qm. Die Lokomotive hat 13 at Kesselspannung und 88 t Dienstgewicht bei 9,2 cbm Wasservorrat und 3,5 t Kohlenvorrat. Sie befördert Personenzüge auf Steilrampen.

Die London-Midland und Schottische Bahn verfügt über eine Anzahl 2 C - h 3 Schnellzuglokomotiven, die auf den starken Steigungen zwischen Callendar und Oban verkehren. Sie wurden neuerdings wieder mit Zwillingstriebwerk beschafft. Die Abmessungen der Zwillingslokomotiven sind:

Zylinderdurchmesser	496 mm
Kolbenhub	660 „
Triebraddurchmesser	1676 „
Heizfläche der Rohre	158,58 qm
„ „ Feuerbuchse	10,78 „
„ des Überhitzers	—
Rostfläche	2,03 qm
Dampfspannung	13 at
Dienstgewicht	62,6 t

Die Abbildung zeigt eine geschichtlich bemerkenswerte 2 D Lokomotive der vorerwähnten Bahngesellschaft vom Jahre 1897. Diese Lokomotive war in der Eisenbahnwelt die erste Vierzylinderlokomotive mit einstufiger Dampfdehnung. Die Innenzylinder hatten 368 mm Durchmesser und 660 mm Hub, die Aufsenzylinder dagegen 317 mm und 610 mm Hub Die Lokomotive wurde später in den Werkstätten von Kilmarnock umgebaut und mit gröfserem Kessel und Robinson-Überhitzer versehen. Auch wurden die vier Zylinder auf den gleichen Durchmesser von 356 mm geändert, der Unterschied im Hub hingegen wurde beibehalten. Für jede Maschinenseite wurde ein Kolbenschieber eingebaut. Die Maschine hat nach wie vor Stephensonsteuerung. Die Abmessungen der Maschine nach dem Umbau sind:

Zylinderdurchmesser	4 × 356 mm
Kolbenhub	2 × 610/660 „
Triebraddurchmesser	2070 „
Heizfläche der Rohre	134,15 qm
„ „ Feuerbuchse	13,75 „
„ des Überhitzers	19,60 „
Rostfläche	2,56 „
Dampfspannung	13 at
Dienstgewicht	61,4 t
187 Heizrohre, 22 Rauchrohre.	

St.

Ausbesserungsstand der Lokomotiven und Wagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

(Railway Age. 1924, 1. Halbj. Nr. 15.)

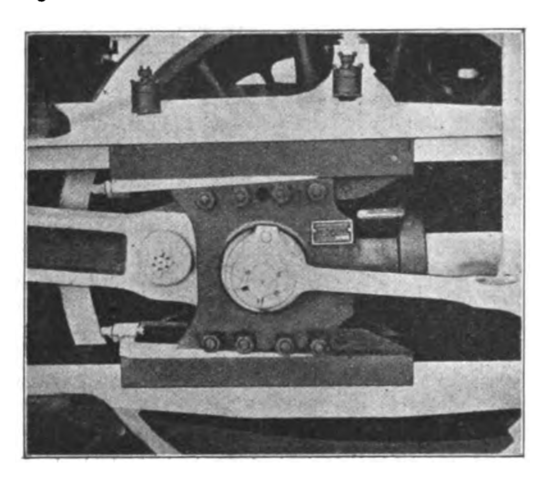
Im September 1922 erreichte in den Vereinigten Staaten von Nordamerika der Ausbesserungsstand an Lokomotiven, die für mehr als 24 Stunden dienstunfähig waren, einen Höchststand von 23,5 v. H., während der Stand an ausbesserungsbedürftigen Wagen 14,8 v. H. betrug. Die Ursache war ein ausgedehnter Streik der Werkstättenarbeiter, der am 1. Juli 1922 begonnen hatte und sich im allgemeinen bis Mitte September 1922, vereinzelt sogar bis Anfang 1923 hinzog. Eine mäfsige Besserung ergab sich bis zum 1. Januar 1923 durch

Abminderung des Ausbesserungsstandes auf 21,1 v. H. bei den Lokomotiven und 9,5 v. H. bei den Wagen. Im Jahre 1923 wurde jedoch unter Aufwendung beträchtlicher Geldmittel für die Werkstätten eine wesentliche Senkung des Ausbesserungsstandes erreicht. Dieser fiel daher am 1. Januar 1924 bei den Lokomotiven auf 14,6 v. H. und bei den Wagen auf 6,9 v. H. Hierdurch waren zu Beginn des Jahres 1924 5000 Lokomotiven und 70000 Wagen mehr verfügbar als zu Beginn des Jahres 1923. Pfl.

Nachstellbarer Kreuzkopf.

(Railway Age 1924, 1. Halbjahr, Nr. 28.)

Mit einem nachstellbaren Kreuzkopf Bauart Rogatchoff wurden auf amerikanischen Bahnen gute Erfahrungen gemacht. Wie die Abbildung zeigt, kann durch nachstellbare Keile der durch Abnützung entstehende Spielraum zwischen Kreuzkopfsohle und Gleitbacken nach Bedarf auf ein geringeres Mafs vermindert werden. Bei einer Personenzuglokomotive der Baltimore- und Ohio-Bahn war auf der



linken Lokomotivseite ein solcher Kreuzkopf 35 Monate lang ohne jede Unterbrechung in Verwendung; die Lokomotive legte in dieser Zeit mehr als 204000 km zurück. Durch Vergleichsversuche wurde festgestellt, dafs die gute, spielraumfreie Führung des Kreuzkopfes auch auf die Haltbarkeit der Stopfbüchsenpackungen und Zylinderdichtungsringe sowie der Triebstangenlagerschalen und Kreuzkopfführungen einen sehr günstigen Einflufs ausübt. Gegenwärtig sind mehr als 400 amerikanische Lokomotiven mit dem nachstellbaren Kreuzkopf ausgerüstet. Pfl.

Amerikanische Normen für Leistungsversuche an Lokomotiven.

(Zeitschrift des Ver. deutsch. Ing. 1924, Nr. 8.)

In der Quelle berichtet Regierungsbaurat Prof. Nordmann vom Eisenbahn-Zentralamt über einen von der American Society of Mechanical Engineers herausgegebenen Entwurf von Regeln für Leistungsversuche an Lokomotiven und vergleicht diesen mit der in Deutschland üblichen Art der Lokomotivprüfung. Zum Zweck der Feststellung des Dampf- und Brennstoffverbrauchs der Lokomotiven für die Leistungseinheit sind nach dem Entwurf zwei Wege vorhanden: entweder der Versuch auf dem Prüfstand oder die Versuchsfahrt. Ersterer schneidet in dem Entwurf besser ab, was darauf zurückzuführen sein dürfte, dafs man in den Vereinigten Staaten über vier ortsfeste Prüfstände verfügt. Die amerikanischen Streckenversuche unterscheiden sich von den deutschen dadurch, dafs sie Betriebsbedingungen wiederholen sollen, während bei uns die Versuchsfahrten wegen des Fehlens einer ortsfesten Prüfanlage eher entsprechend den amerikanischen Standversuchen im Beharrungszustand durchgeführt werden und vielfach auch dazu dienen, die Leistungsgrenzen der Lokomotiven festzulegen.

Für die Prüfstandversuche werden zuerst eine gröfsere Anzahl von Angaben und Messungen über die Lokomotivabmessungen, sowie über die näheren Bedingungen, unter welchen der Versuch stattfinden soll, verlangt. Die Abmessungen an der Lokomotive sollen möglichst nicht nur aus Zeichnungen, sondern auch unmittelbar durch Messung festgelegt werden. Es wird sodann der Vollzug des Versuches selbst mit einer Menge von gröfserem und kleinerem Mefsgerät beschrieben. Weiter enthält der Entwurf Anweisungen für die Auswertung der Ergebnisse und die Aufstellung des Versuchsprotokolls. Dieses ist aufserordentlich ausführlich und bei Aufzählung der Abmessungen teilweise von pedantischer Gründlichkeit.

Der Streckenversuch soll, wenn es auf genaue Werte ankommt, erst in zweiter Linie kommen. Die vorzunehmenden Messungen sind im allgemeinen dieselben wie beim Prüfstandversuch. Abweichend von diesem wird allerdings ohne ersichtlichen Grund auf verschiedene Messungen, die sich auch hier leicht ermöglichen lassen dürften, wie Barometerstand und Luftverdünnung in der Feuerbüchse, verzichtet. Neu kommen hinzu Angaben über Art und Gewicht des Zuges, sowie über Strecke, Zeit und Wetter. Hierauf werden die nötigen Einrichtungen nach Anordnung (teils auf Lokomotive, teils auf Mefswagen) und Verwendung beschrieben. Die Auswertung der Ergebnisse und die Aufstellung des Protokolls beschliefsen wiederum die Vorschrift.

Beim Vergleich mit den Lokomotivprüfungen bei der Deutschen Reichsbahn fällt auf, dafs der Hauptwert bei uns auf die Ermittlung des Dampfverbrauchs gelegt wird und die Kohlen im Gegensatz zur amerikanischen Übung demgegenüber etwas zurücktreten. Eine Berechtigung dieses Standpunkts ist darin zu erblicken, dafs der Dampf ein physikalisch homogener Körper ist, während der Heizwert der Kohle schwankt. Die Ermittlung der Zughakenleistung ist bei den amerikanischen Versuchen nicht einheitlich. Beim Fahrtversuch erscheint wie bei uns die reine Zughakenleistung mit Abzug des durch den Widerstand der Lauf- und Tenderachsen und der Luft verbrauchten Teils; beim Standversuch ist letzterer Anteil noch in der Zughakenleistung enthalten. Obwohl diese Abweichung erkannt ist, fehlt dennoch jede Begründung dafür. Auch die Dampfwirkung der Maschine wird bei uns sorgfältiger untersucht, so dafs man eher ein Bild über die Spannungs- und Temperaturverluste gewinnt.

Der Gedanke, für die Lokomotivprüfungen Regeln aufzustellen, mufs zweifellos als sehr glücklich bezeichnet werden. Eine einfache Übernahme des vorliegenden amerikanischen Entwurfs scheint aber nicht empfehlenswert, weil er im einzelnen mitunter die nötige Klarheit vermissen läfst. Vor allem fehlt dem Amerikaner, wie man auch sonst oft bemerken kann, die Gabe, einen mit grofser Sorgfalt durchgeführten Versuch nachher auch entsprechend auszuwerten.

R. D.

Amerikanische Zwei-Motoren-Triebwagen.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 20.)

In den letzten Jahren wurden in Amerika Triebwagen mit Verbrennungsmotoren von 2,75 m nutzbarer Breite und 16,75 m nutzbarer Länge gebaut, welche beladen über 27 t wiegen und eine Motorleistung von etwa 120 PS erfordern. Diese Wagen arbeiten zufriedenstellend, besitzen jedoch den Nachteil, dafs sie Treibmaschinen von höherer Leistung erfordern, als sie für Strafsenkraftwagen gewöhnlich in Betracht kommen. Es ist deshalb eine Massenerzeugung der Motoren zu einem niedrigen Preis und mit Austauschbarkeit der Teile nicht möglich. Auch das Wechselgetriebe macht Schwierigkeiten.

Diese Nachteile sucht eine Bauart der Mack Trucks, Incorporated, Chicago durch den Einbau von zwei Kraftanlagen in jeden Triebwagen zu vermeiden. Die beiden Motoren laufen mit gleicher Drehzahl; jeder Motor treibt nur eine Achse des zugehörigen Drehgestells an. Wesentlich ist dabei, dafs die Motoren so zuverlässig sind, dafs sie im Betriebe keinerlei Aufsicht oder Aufmerksamkeit erfordern. Die Bauart bietet noch den Vorteil, dafs beim Schadhaftwerden eines Motors die Heimfahrt mit dem anderen noch möglich ist. Zum Antrieb dienen gewöhnliche Automobilmotoren von je 60 PS, die alljährlich zu Tausenden gebaut werden und für welche Ersatzteile überall im Lande erhältlich sind. Auch eine grofse Zahl anderer Strafsen-Kraftwagenteile, wie Wellen, Kühler, Getriebe, Kupplungen usw. sind ohne Änderung verwendet.

Jedes Drehgestell ist mit einem Vierzylinder-Motor von 60 PS Höchstleistung bei 127 mm Zylinderdurchmesser und 153 mm Hub ausgerüstet, dessen in der Wagenlängsachse liegende Welle über eine Kupplung und ein Wechselgetriebe und Kegelräder die Triebachse antreibt. Das Wechselgetriebe wird druckluft-elektrisch betätigt; die Kolben der Luftzylinder stehen mit den Gabeln der Wechselgetriebe und mit dem Kupplungshebel so in Verbindung, dafs das Wechseln bei beiden Drehgestellen vollkommen gleichzeitig in drei Zeitabschnitten erfolgt. Im ersten Abschnitt werden die Getrieberäder aufser Eingriff gebracht und gleichzeitig die Kupplung gelöst, im zweiten Zeit-

abschnitt werden die Getrieberäder in die neue Stellung geschoben und im dritten erfolgt das Wiedereinschalten der Kupplung. Jede einzelne dieser Bewegungen mufs bei beiden Drehgestellen ausgeführt sein, bevor die folgende eingeleitet werden kann. Die Maschinen der beiden Drehgestelle sind durch die Reibung der Treibräder auf dem Gleis mechanisch verbunden; sie laufen also mit gleicher Drehzahl. Für den Fall, dafs die Räder zum Gleiten kommen sollten, ist ein Regler vorgesehen, der das Durchgehen des Motors verhindert. Die gleichmäfsige Kraftverteilung auf die beiden Maschinen bei gleicher Geschwindigkeit durch gleichmäfsige Beeinflussung der Luft- und Brennstoffzufuhr, Kompression usw. bietet keine Schwierigkeiten.

Von der Steuerwelle jeder Maschine wird eine Kontaktvorrichtung angetrieben, die bei jeder Umdrehung, oder bei jeder zweiten Umdrehung einen Lampenstromkreis schliefst und öffnet. Die Überwachungslampe leuchtet daher in kurzen Zeitabschnitten auf und zeigt dadurch dem Führer die ungefähre Motorgeschwindigkeit an; Schleifen der Räder und Aussetzen der Zündung wird hierdurch ebenfalls gemeldet. Pfl.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Elektrische Zugförderung auf der Virginia-Bahn.

(Railway Age 1924, Heft 27.)

Die Virginia-Bahn gilt in amerikanischen Fachkreisen als führend auf dem Gebiet der Förderung grofser Massengüter. Die in Westvirginien gewonnenen Kohlenmengen wurden bisher durch Dampflokomotiven auf der Strecke Deepwater—Princetown—Roanoke über das Alleghany-Gebirge an die atlantische Küste nach Norfolk gebracht (zur Weiterverfrachtung auf dem Seeweg). Bis auf den Abschnitt Mullens—Clarks Gap ist die im ganzen 710 km lange Linie eingleisig. Die Bahn ist mit der Entwicklung schwerster Dampflokomotiven so ziemlich an die Grenze des möglichen gelangt. Bisher wurden auf der Steilrampe Elmore—Clarks Gap (21 °/₀₀) durch eine Zuglokomotive von 370 t Gesamtgewicht (Gattung 1 D + D 1) und zwei Schublokomotiven von je 450 t (Gattung 1 E + E 1) Güterzüge von 5500 t mit etwa 12 km/Std. geschleppt. Von Princetown ab werden Züge von 8500 t gefahren.

Um die Leistungsfähigkeit weiter zu steigern hat sich die Gesellschaft entschlossen den Abschnitt Elmore—Roanoke (215 km) zu elektrisieren. Man erwartet, dafs zwei elektrische Lokomotiven 6000 t schwere Züge auf der Rampe Elmore — Clarks Gap mit doppelter Geschwindigkeit (22,5 km/Std.) befördern und von da ab eine Lokomotive 9000 t mit 22,5 bis 45 km/Std. nach Roanoke bringt.

Jede der neuen elektrischen Lokomotiven besteht aus drei Einheiten der Achsanordnung 1 B B 1 mit einem Gesamtgewicht von 3 × 200 t. Ähnliche Einheiten sind von der Westinghouse-Co. bereits für die Norfolk-Western Bahn gebaut worden. Der Lokomotive wird durch Oberleitung Einphasenwechselstrom von 11 kV und 25 Perioden/sek. zugeführt und auf der Maschine nach dem Spaltphasensystem in Dreiphasenstrom gewandelt. Je ein Triebmotor arbeitet über eine Blindwelle mit Kuppelstangen auf zwei in einem Gestell vereinigte Achsen. Der Leistungsbedarf des 6000 t-Zuges wird je nach der Steigung bis zu 14000 kW, der des 9000 t-Zuges bis zu 11000 kW berechnet.

Die Energie wird in einem mit 4 Turbogeneratoren von je 3 × 15000 kW ausgestatteten Kraftwerk in der Nähe von Princetown erzeugt, als Einphasenstrom von 88 kV weitergeleitet und in 7 Transformatorstationen auf die Fahrleitungsspannung von 11 kV abgespannt. Sch.

3000 Volt Gleichstrombetrieb bei den südafrikanischen Staatsbahnen.

Einem kurzen Hinweis von Gysel in Heft 10 der „Schweizerischen Bauzeitung“ vom 8. März 1924 ist zu entnehmen, dafs die südafrikanischen Staatsbahnen auf der 275 km langen Strecke Glencoe nach Pietermaritzburg den elektrischen Betrieb mit 3000 Volt Gleichstrom errichten. Von den 78 bestellten Lokomotiven wird der mechanische Teil von 60 Stück in der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur hergestellt, während jener der übrigen 18 Stück nach den Zeichnungen genannter Firma von englischen Lokomotivbauanstalten ausgeführt wird. Die elektrische Ausrüstung liefert die Metropolitan-Vickers Electrical Company Ltd. Manchester-Sheffield.

Die Leistung ist derart festgelegt, dafs drei gekuppelte Lokomotiven imstande sein müssen, eine Last von 1620 t auf 10 °/₀₀ Steigung mit 35 km/Std. zu befördern und einen solchen Zug in 3 Minuten auf diese Geschwindigkeit zu beschleunigen. Für die Bemessung der Motoren ist ferner noch die Bedingung mafsgebend, dafs die drei Lokomotiven imstande sein müssen, auf einem Gefälle von 20 °/₀₀ eine Nutzlast von 1475 t, elektrisch gebremst, mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit zu befördern.

Der Aufbau der mit Vielfachsteuerung ausgerüsteten Lokomotiven ruht auf zwei Triebgestellen, in welche die Antriebsmotoren in Form der Strafsenbahnantriebe eingebaut sind.

Die Stundenleistung der vier in Reihe geschalteten Motoren jeder Lokomotive beträgt 300 PS bei 35 km Std., die Höchstgeschwindigkeit 72 km/Std.; Zahnradübersetzung 1 : 4,24, Raddurchmesser 1220 mm (Kapspur 1067 mm). Der mechanische Teil wiegt 39 t, der elektrische 28 t. Für drei gekuppelte Lokomotiven ergibt sich für 12 Triebachsen eine Stundenleistung von 3600 PS. Die Zughakenlast ist auf 54000 kg bemessen. Naderer.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Ihre sehr geehrte Zeitschrift enthält in Heft 2 d. J. auf Seite 34 u. f. einen Aufsatz von Herrn Dr. A. Kuntzemüller in Triberg über **„Elektrische Zugförderung in Baden“**. Dieser Aufsatz enthält einige Unrichtigkeiten bezüglich der Wiesetalbahn, die im Leserkreise den Eindruck erwecken müssen, dafs die elektrischen Einrichtungen nicht von uns, sondern hauptsächlich von anderen Firmen ausgeführt worden sind.

Da gerade das Umgekehrte der Fall ist, legen wir Wert auf Richtigstellung und bitten um Veröffentlichung nachstehender Berichtigungen:

Auf Seite 35, Spalte 2 des Aufsatzes behauptet Herr Dr. Kuntzemüller: „Auf der Strecke Basel—Zell wurde die Oberleitung von der A. E. G. und auf der Strecke Schopfheim—Säckingen von den Siemens-Schuckertwerken gebaut.“ Das ist falsch. Die A. E. G. hat die Strecken Schopfheim—Zell und Schopfheim—Säckingen mit Fahrleitungen versehen, während die Siemens-Schuckertwerke die Fahrleitungen des Bahnhofs Basel und der Strecken Basel—Schopfheim, sowie die Speiseleitung Basel—Schopfheim ausgeführt haben. Auch das Umformerwerk Basel—Wiesetalbahn ist von den Siemens-Schuckertwerken erstellt.

Auf derselben Seite Spalte 2, Absatz 2 sagt Herr K.: „An Lokomotiven waren anfangs 2, später bis 12 Stück, erbaut, teils von der A. E. G., teils von B. B. C. in Mannheim, vorhanden.“ Auch das ist falsch. Den Hauptteil der Lokomotiven, nämlich 10 Stück, lieferten die Siemens-Schuckertwerke, während B. B. C. 2 Stück geliefert hat, und von der A. E. G. überhaupt keine Lokomotiven speziell für die Wiesetalbahn geliefert worden sind.

Die Behauptung des Herrn K.: „Der elektrische Betrieb hat in dem ersten Jahre nicht glatt funktioniert“, kann in der von Herrn Dr. K. genannten Form unrichtige Beurteilung der Sachlage zur Folge haben. Die Wiesetalbahn kann nur als Versuchsstrecke der badischen Staatsbahn betrachtet werden, auf der viele Einrichtungen im Betrieb praktisch erprobt werden sollten. So hat z. B. an Stelle der ersten Probelokomotive mit 2 hochliegenden Motoren und 2 Blindwellen die Generaldirektion der Badischen Staatsbahnen später eine 1 C 1 Lokomotive mit 2 hochliegenden Motoren und einer Blindwelle entworfen. Diese Lokomotiven waren mit die ersten Vertreter des reinen, direkten Stangenantriebes und zeigten erstmalig die im Dampflokomotivbau noch unbekannten Schüttelerscheinungen.

Für deren Erkenntnis und die Beseitigung ihrer Folgen hat der Versuchsbetrieb auf der Wiesetalbahn wertvolle Studienmöglichkeiten geboten. Als wichtigste Erkenntnis sei die Forderung nach peinlicher Genauigkeit in der Herstellung des mechanischen Teiles der Lokomotiven bezüglich Einhaltung aller Lagerabstände hervorgehoben. Die mechanischen Teile der Wiesetallokomotiven wurden jedoch seiner Zeit noch mit der im Dampflokomotivbau gewohnten, weit geringeren Genauigkeit hergestellt. Nach Beseitigung der so festgestellten Störungsursachen haben die 10 Lokomotiven der Siemens-Schuckertwerke durchaus befriedigt und der elektrische Betrieb der Wiesetalbahn verläuft seither ohne Störungen.

Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H.

Bücherbesprechungen.

Die Dampflokomotive in entwicklungsgeschichtlicher Darstellung ihres Gesamtaufbaues. Von J. Jahn. Berlin 1924. Springer, 356 Seiten mit 322 Abbildungen. Preis 18 ℳ.

Das Buch gibt in den einleitenden Abschnitten die aus der Erfahrung abgeleiteten Regeln für die Gesamtanordnung der Dampflokomotiven von Reibungsbahnen in der bisher allgemein üblichen Form, d. h. für die Lokomotiven mit Kolbenmaschinen, stellt die üblichen Bezeichnungsweisen kurz zusammen, legt zweckmäfsige Abkürzungen fest, von welchen die Zusammenfassung der wichtigsten, eine Lokomotive kennzeichnenden Hauptabmessungen in 7, bei Tenderlokomotiven in 9 Ziffern besonders zweckmäfsig erscheint. Die folgenden Abschnitte schildern die Anpassung der einzelnen Bauformen an den betrieblichen Verwendungszweck und weisen auf die Aufwärtsentwicklung einzelner Bauarten hin: Aus der Güterzuglokomotive entwickelt sich unter Vergröfserung des Treibraddurchmessers die Personenzuglokomotive, in besonderen Fällen sogar die Schnellzuglokomotive. Nach dieser Einführung beginnt die Einzelbetrachtung der Entwicklung der verschiedenen Lokomotivbauformen, geordnet nach der Zahl der gekuppelten Achsen. Diese Art der Einteilung des in seiner Fülle erdrückenden Stoffes ist zweifellos die zweckmäfsigste, da so der Werdegang jeder Achsanordnung in einem in sich abgeschlossenen Bild entwickelt werden kann. Jahn geht hierbei grundsätzlich jeweils auf die ältesten Ausführungen zurück, schildert an Hand der ältesten Quellen die Entstehung und Vervollkommnung der einzelnen Bauarten, wobei der bedeutende Einflufs des englischen und amerikanischen Lokomotivbaus mit Recht von Fall zu Fall gewürdigt wird. Bei allen Bauformen wird ihr Werdegang bei den wichtigsten Bahnverwaltungen Europas kurz geschildert; die Lokomotiven mit besonderem Tender und die Tenderlokomotiven werden nebeneinander behandelt.

Jahns Schreibweise ist kritisch, die beim Entwurf mafsgebenden Gedanken des Konstrukteurs werden festzustellen versucht, der Einflufs besonders wichtiger Betriebserfahrungen wird hervorgehoben, über folgenschwere Eisenbahnunglücke, hervorgerufen durch Verwendung von Lokomotiven mit allzu grofsem senkrechten Überhang in einem bei der Erbauung der Lokomotiven nicht beabsichtigten Geschwindigkeitsgebiet wird berichtet, so dafs der Leser zahlreiche, sonst kaum zugängliche Anregungen aus früheren Jahrzehnten empfängt. Angenehm berührt, dafs in manchen Fällen der Name des Konstrukteurs neben der Lokomotivbauanstalt genannt wird, dafs von den Anschauungen und Schicksalen der Schöpfer der besprochenen Lokomotiven erzählt wird und mancher Satz allgemein menschlicher Bedeutung eingeflochten ist. Bei der Besprechung jeder Lokomotivbauform ist besonderer Wert auf die Herausschälung fahrzeugtechnischer Gesichtspunkte gelegt, bei den älteren Bauarten ist die Durchbildung des Rahmens und die Art der Auffangung der Kolben-, Zug- und Massenkräfte eingehend besprochen. Die Führung der Lokomotiven und ihre Krümmungsbeweglichkeit wird durch die eingeschobenen Abschnitte über die Entwicklung der Drehgestelle und der Radialachsen besonders geschildert. Die eingehende Besprechung der ersten Ausführungsformen des zweiachsigen amerikanischen Drehgestells mit mittlerem Zapfen ist erfreulicherweise ganz besonders gründlich durchgeführt. Tadellose Zeichnungen der Lokomotiven, einheitlich nach zuverlässigen Quellen hergestellt, begleiten den Text, Einzelzeichnungen des Kessels, des Rahmens, der Zylinderbefestigung, der Federung und von Krümmungsbeweglichkeitsmitteln sind wiedergegeben, wenn sie von besonderer Bedeutung sind.

Den Schlufs des Werks bildet ein Abschnitt über den Kohlen- und Dampfverbrauch, Versuche früherer Zeiten werden kritisch verwertet und eine Zusammenstellung gegeben, aus welcher die Abnahme des Brennstoff- und Dampfverbrauchs (ersterer durchweg auf den früher gebräuchlichen Koks bezogen) ersichtlich ist; eine kurze Betrachtung über die Unterhaltungskosten, die etwa um 1870 ihren Mindestwert erreichen, da um diese Zeit die Lokomotiven am einfachsten waren, ist abschliefsend angefügt.

Die von Vielen betonte Fruchtbarkeit entwicklungsgeschichtlicher Betrachtungen, welche für den jungen Ingenieur, der sich in ein neues Sondergebiet einzuarbeiten hat, von grundsätzlicher Bedeutung sind, ist durch das Jahnsche Werk von neuem erwiesen.

Die Meisterung eines derart umfangreichen Stoffes konnte nur einem Sonderfachmann in jahrelanger Arbeit glücken, der eine jahrzehntelange vorbereitende Sammlung und Sichtung des Stoffes, Durcharbeitung der weitzerstreuten englischen, amerikanischen, deutschen und französischen Literatur und Gedankenaustausch mit gleichgesinnten Ingenieuren vorausgehen mufste. In der Tat hat Jahn mehr als dreifsig Jahre mit grofser Hingebung und vorzüglichem Verständnis an seiner Entwicklungsgeschichte der Dampflokomotive gearbeitet, welche das umfassendste und vollendetste Werk auf diesem Gebiete in deutscher Sprache verkörpert. Das sonst sehr verbreitete, in vielen Auflagen erschienene englische Buch von Stretton „The locomotive engine and its development" ist vollständig in den Schatten gestellt, die französische Literatur, welche eine Reihe von sehr gründlich bearbeiteten Einzelabhandlungen aufzuweisen hat, besitzt eine in sich geschlossene Darstellung der Entwicklung der Dampflokomotive bis heute überhaupt nicht.

Für eine zweite Auflage sei angeregt, dafs Jahn die Entwicklung der Gelenklokomotiven in einem besonderen Abschnitt zusammenfassen und eingehender darstellen möge, weiter, dafs dem Buch einige Photos, am besten Betriebsaufnahmen aus alter und neuer Zeit beigegeben werden, welche in vielen Fällen ein lebendigeres Bild ergeben als die Strichzeichnungen. Die 1 B 1 Tenderlokomotive mit Helmholtz-Drehgestell und Klose-Lenkachse, 1906 von der ehemaligen Bayerischen Staatsbahn beschafft, welche eine bis etwa 75 km/Std. in beiden Fahrtrichtungen gut brauchbare Achsanordnung verkörpert und dem ausführlich behandelten 1 B 1-Typ mit vorderer und hinterer Radialachse fahrzeugtechnisch überlegen ist, die 1 F-Güterzuglokomotive der ehemaligen Württembergischen Staatsbahn mit Zweiachsenantrieb und teils frei, teils elastisch verschiebbarer Endkuppelachse, endlich die D + D Mallet-Schiebelokomotive der ehemaligen Bayerischen Staatsbahn werden sich an passender Stelle leicht einfügen lassen.

Alles in allem stellt die Jahnsche Entwicklungsgeschichte der Dampflokomotive das wertvollste zusammenfassende Werk auf diesem Gebiet dar, sie ist eine Fundgrube für den Fachmann, eine Quelle der Anregungen für den Liebhaber und unentbehrliches Einführungsmittel für den jungen Ingenieur, welcher sich in das erwählte Sondergebiet, in den Dampflokomotivbau einarbeiten und die Anschauungen und Erfahrungen der führenden Männer auf diesem Gebiet kennen lernen mufs, um später selbst nutzbringend und weiterentwickelnd tätig sein zu können. Georg Lotter.

Der Schriftleitung ist der **kleine Katalog der Eisenbahn-Liefergemeinschaft, G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 2** zugegangen.

Er enthält in 90 gut ausgeführten Abbildungen eine Übersicht der in den letzten Jahren von den im Eislieg-Konzern vereinigten Waggonfabriken gelieferten Fahrzeuge. Man gewinnt aus diesem, geschmackvoll in dreifarbigem Druck ausgeführten Katalog, ein anschauliches Bild von der Entwicklung und Leistungsfähigkeit der Gesellschafterwerke der Eislieg, der die Dessauer Waggonfabrik, Aktiengesellschaft Dessau, Düsseldorfer Eisenbahnbedarf, vorm. Carl Weyer & Co., Düsseldorf, Gottfried Lindner Akt.-Ges., Ammendorf b. Halle a. d. S., H. Fuchs, Waggonfabrik A.-G., Heidelberg, Siegener Eisenbahnbedarf-Aktiengesellschaft, Siegen, Waggonfabrik A.-G, Uerdingen/Rhein, Waggon- und Maschinenbau Aktiengesellschaft, Görlitz, Wegmann & Co., Cassel angehören und die damit den bedeutendsten Wagenbaukonzern Europas darstellt. Die Arbeiterzahl in den Gesellschafterwerken der Eislieg beträgt 17000, die Leistungsfähigkeit mehr als 30000 Eisenbahnfahrzeuge im Jahr, darunter viele Tausend Personenwagen, Salonwagen, Schlaf- und Speisewagen, Post- und Gepäckwagen, sowie Strafsenbahnfahrzeuge.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



abschnitt werden die Getrieberäder in die neue Stellung geschoben und im dritten erfolgt das Wiedereinschalten der Kupplung. Jede einzelne dieser Bewegungen mufs bei beiden Drehgestellen ausgeführt sein, bevor die folgende eingeleitet werden kann. Die Maschinen der beiden Drehgestelle sind durch die Reibung der Treibräder auf dem Gleis mechanisch verbunden; sie laufen also mit gleicher Drehzahl. Für den Fall, dafs die Räder zum Gleiten kommen sollten, ist ein Regler vorgesehen, der das Durchgehen des Motors verhindert. Die gleichmäfsige Kraftverteilung auf die beiden Maschinen bei gleicher Geschwindigkeit durch gleichmäfsige Beeinflussung der Luft- und Brennstoffzufuhr, Kompression usw. bietet keine Schwierigkeiten.

Von der Steuerwelle jeder Maschine wird eine Kontaktvorrichtung angetrieben, die bei jeder Umdrehung, oder bei jeder zweiten Umdrehung einen Lampenstromkreis schliefst und öffnet. Die Überwachungslampe leuchtet daher in kurzen Zeitabschnitten auf und zeigt dadurch dem Führer die ungefähre Motorgeschwindigkeit an; Schleifen der Räder und Aussetzen der Zündung wird hierdurch ebenfalls gemeldet. Pfl.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Elektrische Zugförderung auf der Virginia-Bahn.

(Railway Age 1924, Heft 27.)

Die Virginia-Bahn gilt in amerikanischen Fachkreisen als führend auf dem Gebiet der Förderung grofser Massengüter. Die in Westvirginien gewonnenen Kohlenmengen wurden bisher durch Dampflokomotiven auf der Strecke Deepwater—Princetown—Roanoke über das Alleghany-Gebirge an die atlantische Küste nach Norfolk gebracht (zur Weiterverfrachtung auf dem Seeweg). Bis auf den Abschnitt Mullens—Clarks Gap ist die im ganzen 710 km lange Linie eingleisig. Die Bahn ist mit der Entwicklung schwerster Dampflokomotiven so ziemlich an die Grenze des möglichen gelangt. Bisher wurden auf der Steilrampe Elmore — Clarks Gap (21 ⁰/₀₀) durch eine Zuglokomotive von 370 t Gesamtgewicht (Gattung 1 D + D 1) und zwei Schublokomotiven von je 450 t (Gattung 1 E + E 1) Güterzüge von 5500 t mit etwa 12 km/Std. geschleppt. Von Princetown ab werden Züge von 8500 t gefahren.

Um die Leistungsfähigkeit weiter zu steigern hat sich die Gesellschaft entschlossen den Abschnitt Elmore—Roanoke (215 km) zu elektrisieren. Man erwartet, dafs zwei elektrische Lokomotiven 6000 t schwere Züge auf der Rampe Elmore — Clarks Gap mit doppelter Geschwindigkeit (22,5 km/Std.) befördern und von da ab eine Lokomotive 9000 t mit 22,5 bis 45 km/Std. nach Roanoke bringt.

Jede der neuen elektrischen Lokomotiven besteht aus drei Einheiten der Achsanordnung 1 B B 1 mit einem Gesamtgewicht von 3 × 200 t. Ähnliche Einheiten sind von der Westinghouse-Co. bereits für die Norfolk-Western Bahn gebaut worden. Der Lokomotive wird durch Oberleitung Einphasenwechselstrom von 11 kV und 25 Perioden/sek. zugeführt und auf der Maschine nach dem Spaltphasensystem in Dreiphasenstrom gewandelt. Je ein Triebmotor arbeitet über eine Blindwelle mit Kuppelstangen auf zwei in einem Gestell vereinigte Achsen. Der Leistungsbedarf des 6000 t-Zuges wird je nach der Steigung bis zu 14000 kW, der des 9000 t-Zuges bis zu 11000 kW berechnet.

Die Energie wird in einem mit 4 Turbogeneratoren von je 3 × 15000 kW ausgestatteten Kraftwerk in der Nähe von Princetown erzeugt, als Einphasenstrom von 88 kV weitergeleitet und in 7 Transformatorstationen auf die Fahrleitungsspannung von 11 kV abgespannt. Sch.

3000 Volt Gleichstrombetrieb bei den südafrikanischen Staatsbahnen.

Einem kurzen Hinweis von Gysel in Heft 10 der „Schweizerischen Bauzeitung“ vom 8. März 1924 ist zu entnehmen, dafs die südafrikanischen Staatsbahnen auf der 275 km langen Strecke Glencoe nach Pietermaritzburg den elektrischen Betrieb mit 3000 Volt Gleichstrom errichten. Von den 78 bestellten Lokomotiven wird der mechanische Teil von 60 Stück in der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur hergestellt, während jener der übrigen 18 Stück nach den Zeichnungen genannter Firma von englischen Lokomotivbauanstalten ausgeführt wird. Die elektrische Ausrüstung liefert die Metropolitan-Vickers Electrical Company Ltd. Manchester-Sheffield.

Die Leistung ist derart festgelegt, dafs drei gekuppelte Lokomotiven imstande sein müssen, eine Last von 1620 t auf 10 ⁰/₀₀ Steigung mit 35 km/Std. zu befördern und einen solchen Zug in 3 Minuten auf diese Geschwindigkeit zu beschleunigen. Für die Bemessung der Motoren ist ferner noch die Bedingung mafsgebend, dafs die drei Lokomotiven imstande sein müssen, auf einem Gefälle von 20 ⁰/₀₀ eine Nutzlast von 1475 t, elektrisch gebremst, mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit zu befördern.

Der Aufbau der mit Vielfachsteuerung ausgerüsteten Lokomotiven ruht auf zwei Triebgestellen, in welche die Antriebsmotoren in Form der Strafsenbahnantriebe eingebaut sind.

Die Stundenleistung der vier in Reihe geschalteten Motoren jeder Lokomotive beträgt 300 PS bei 35 km Std., die Höchstgeschwindigkeit 72 km/Std.; Zahnradübersetzung 1 : 4,24, Raddurchmesser 1220 mm (Kapspur 1067 mm). Der mechanische Teil wiegt 39 t, der elektrische 28 t. Für drei gekuppelte Lokomotiven ergibt sich für 12 Triebachsen eine Stundenleistung von 3600 PS. Die Zughakenlast ist auf 54000 kg bemessen. Naderer.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Ihre sehr geehrte Zeitschrift enthält in Heft 2 d. J. auf Seite 34 u. f. einen Aufsatz von Herrn Dr. A. Kuntzemüller in Triberg über **„Elektrische Zugförderung in Baden“**. Dieser Aufsatz enthält einige Unrichtigkeiten bezüglich der Wiesetalbahn, die im Leserkreise den Eindruck erwecken müssen, dafs die elektrischen Einrichtungen nicht von uns, sondern hauptsächlich von anderen Firmen ausgeführt worden sind.

Da gerade das Umgekehrte der Fall ist, legen wir Wert auf Richtigstellung und bitten um Veröffentlichung nachstehender Berichtigungen:

Auf Seite 35, Spalte 2 des Aufsatzes behauptet Herr Dr. Kuntzemüller: „Auf der Strecke Basel—Zell wurde die Oberleitung von der A. E. G. und auf der Strecke Schopfheim—Säckingen von den Siemens-Schuckertwerken gebaut.“ Das ist falsch. Die A. E. G. hat die Strecken Schopfheim—Zell und Schopfheim—Säckingen mit Fahrleitungen versehen, während die Siemens-Schuckertwerke die Fahrleitungen des Bahnhofs Basel und der Strecken Basel—Schopfheim, sowie die Speiseleitung Basel—Schopfheim ausgeführt haben. Auch das Umformerwerk Basel—Wiesetalbahn ist von den Siemens-Schuckertwerken erstellt.

Auf derselben Seite Spalte 2, Absatz 2 sagt Herr K.: „An Lokomotiven waren anfangs 2, später bis 12 Stück, erbaut, teils von der A. E. G., teils von B. B. C. in Mannheim, vorhanden.“ Auch das ist falsch. Den Hauptteil der Lokomotiven, nämlich 10 Stück, lieferten die Siemens-Schuckertwerke, während B. B. C. 2 Stück geliefert hat, und von der A. E. G. überhaupt keine Lokomotiven speziell für die Wiesetalbahn geliefert worden sind.

Die Behauptung des Herrn K.: „Der elektrische Betrieb hat in dem ersten Jahre nicht glatt funktioniert“, kann in der von Herrn Dr. K. genannten Form unrichtige Beurteilung der Sachlage zur Folge haben. Die Wiesetalbahn kann nur als Versuchsstrecke der badischen Staatsbahn betrachtet werden, auf der viele Einrichtungen im Betrieb praktisch erprobt werden sollten. So hat z. B. an Stelle der ersten Probelokomotive mit 2 hochliegenden Motoren und 2 Blindwellen die Generaldirektion der Badischen Staatsbahnen später eine 1 C 1 Lokomotive mit 2 hochliegenden Motoren und einer Blindwelle entworfen. Diese Lokomotiven waren mit die ersten Vertreter des reinen, direkten Stangenantriebes und zeigten erstmalig die im Dampflokomotivbau noch unbekannten Schüttelerscheinungen.

Für deren Erkenntnis und die Beseitigung ihrer Folgen hat der Versuchsbetrieb auf der Wiesetalbahn wertvolle Studienmöglichkeiten geboten. Als wichtigste Erkenntnis sei die Forderung nach peinlicher Genauigkeit in der Herstellung des mechanischen Teiles der Lokomotiven bezüglich Einhaltung aller Lagerabstände hervorgehoben. Die mechanischen Teile der Wiesetallokomotiven wurden jedoch seiner Zeit noch mit der im Dampflokomotivbau gewohnten, weit geringeren Genauigkeit hergestellt. Nach Beseitigung der so festgestellten Störungsursachen haben die 10 Lokomotiven der Siemens-Schuckertwerke durchaus befriedigt und der elektrische Betrieb der Wiesetalbahn verläuft seither ohne Störungen.

Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H.

Bücherbesprechungen.

Die Dampflokomotive in entwicklungsgeschichtlicher Darstellung ihres Gesamtaufbaues. Von J. Jahn. Berlin 1924. Springer, 356 Seiten mit 322 Abbildungen. Preis 18 ℳ.

Das Buch gibt in den einleitenden Abschnitten die aus der Erfahrung abgeleiteten Regeln für die Gesamtanordnung der Dampflokomotiven von Reibungsbahnen in der bisher allgemein üblichen Form, d. h. für die Lokomotiven mit Kolbenmaschinen, stellt die üblichen Bezeichnungsweisen kurz zusammen, legt zweckmäfsige Abkürzungen fest, von welchen die Zusammenfassung der wichtigsten, eine Lokomotive kennzeichnenden Hauptabmessungen in 7, bei Tenderlokomotiven in 9 Ziffern besonders zweckmäfsig erscheint. Die folgenden Abschnitte schildern die Anpassung der einzelnen Bauformen an den betrieblichen Verwendungszweck und weisen auf die Aufwärtsentwicklung einzelner Bauarten hin: Aus der Güterzuglokomotive entwickelt sich unter Vergröfserung des Treibraddurchmessers die Personenzuglokomotive, in besonderen Fällen sogar die Schnellzuglokomotive. Nach dieser Einführung beginnt die Einzelbetrachtung der Entwicklung der verschiedenen Lokomotivbauformen, geordnet nach der Zahl der gekuppelten Achsen. Diese Art der Einteilung des in seiner Fülle erdrückenden Stoffes ist zweifellos die zweckmäfsigste, da so der Werdegang jeder Achsanordnung in einem in sich abgeschlossenen Bild entwickelt werden kann. Jahn geht hierbei grundsätzlich jeweils auf die ältesten Ausführungen zurück, schildert an Hand der ältesten Quellen die Entstehung und Vervollkommnung der einzelnen Bauarten, wobei der bedeutende Einflufs des englischen und amerikanischen Lokomotivbaus mit Recht von Fall zu Fall gewürdigt wird. Bei allen Bauformen wird ihr Werdegang bei den wichtigsten Bahnverwaltungen Europas kurz geschildert; die Lokomotiven mit besonderem Tender und die Tenderlokomotiven werden nebeneinander behandelt.

Jahns Schreibweise ist kritisch, die beim Entwurf mafsgebenden Gedanken des Konstrukteurs werden festzustellen versucht, der Einflufs besonders wichtiger Betriebserfahrungen wird hervorgehoben, über folgenschwere Eisenbahnunglücke, hervorgerufen durch Verwendung von Lokomotiven mit allzu grofsem senkrechten Überhang in einem bei der Erbauung der Lokomotiven nicht beabsichtigten Geschwindigkeitsgebiet wird berichtet, so dafs der Leser zahlreiche, sonst kaum zugängliche Anregungen aus früheren Jahrzehnten empfängt. Angenehm berührt, dafs in manchen Fällen der Name des Konstrukteurs neben der Lokomotivbauanstalt genannt wird, dafs von den Anschauungen und Schicksalen der Schöpfer der besprochenen Lokomotiven erzählt wird und mancher Satz allgemein menschlicher Bedeutung eingeflochten ist. Bei der Besprechung jeder Lokomotivbauform ist besonderer Wert auf die Herausschälung fahrzeugtechnischer Gesichtspunkte gelegt, bei den älteren Bauarten ist die Durchbildung des Rahmens und die Art der Auffangung der Kolben-, Zug- und Massenkräfte eingehend besprochen. Die Führung der Lokomotiven und ihre Krümmungsbeweglichkeit wird durch die eingeschobenen Abschnitte über die Entwicklung der Drehgestelle und der Radialachsen besonders geschildert. Die eingehende Besprechung der ersten Ausführungsformen des zweiachsigen amerikanischen Drehgestells mit mittlerem Zapfen ist erfreulicherweise ganz besonders gründlich durchgeführt. Tadellose Zeichnungen der Lokomotiven, einheitlich nach zuverlässigen Quellen hergestellt, begleiten den Text, Einzelzeichnungen des Kessels, des Rahmens, der Zylinderbefestigung, der Federung und von Krümmungsbeweglichkeitsmitteln sind wiedergegeben, wenn sie von besonderer Bedeutung sind.

Den Schlufs des Werks bildet ein Abschnitt über den Kohlen- und Dampfverbrauch, Versuche früherer Zeiten werden kritisch verwertet und eine Zusammenstellung gegeben, aus welcher die Abnahme des Brennstoff- und Dampfverbrauchs (ersterer durchweg auf den früher gebräuchlichen Koks bezogen) ersichtlich ist; eine kurze Betrachtung über die Unterhaltungskosten, die etwa um 1870 ihren Mindestwert erreichen, da um diese Zeit die Lokomotiven am einfachsten waren, ist abschliefsend angefügt.

Die von Vielen betonte Fruchtbarkeit entwicklungsgeschichtlicher Betrachtungen, welche für den jungen Ingenieur, der sich in ein neues Sondergebiet einzuarbeiten hat, von grundsätzlicher Bedeutung sind, ist durch das Jahnsche Werk von neuem erwiesen.

Die Meisterung eines derart umfangreichen Stoffes konnte nur einem Sonderfachmann in jahrelanger Arbeit glücken, der eine jahrzehntelange vorbereitende Sammlung und Sichtung des Stoffes, Durcharbeitung der weitzerstreuten englischen, amerikanischen, deutschen und französischen Literatur und Gedankenaustausch mit gleichgesinnten Ingenieuren vorausgehen mufste. In der Tat hat Jahn mehr als dreifsig Jahre mit grofser Hingebung und vorzüglichem Verständnis an seiner Entwicklungsgeschichte der Dampflokomotive gearbeitet, welche das umfassendste und vollendetste Werk auf diesem Gebiete in deutscher Sprache verkörpert. Das sonst sehr verbreitete, in vielen Auflagen erschienene englische Buch von Stretton „The locomotive engine and its development“ ist vollständig in den Schatten gestellt, die französische Literatur, welche eine Reihe von sehr gründlich bearbeiteten Einzelabhandlungen aufzuweisen hat, besitzt eine in sich geschlossene Darstellung der Entwicklung der Dampflokomotive bis heute überhaupt nicht.

Für eine zweite Auflage sei angeregt, dafs Jahn die Entwicklung der Gelenklokomotiven in einem besonderen Abschnitt zusammenfassen und eingehender darstellen möge, weiter, dafs dem Buch einige Photos, am besten Betriebsaufnahmen aus alter und neuer Zeit beigegeben werden, welche in vielen Fällen ein lebendigeres Bild ergeben als die Strichzeichnungen. Die 1 B 1 Tenderlokomotive mit Helmholtz-Drehgestell und Klose-Lenkachse, 1906 von der ehemaligen Bayerischen Staatsbahn beschafft, welche eine bis etwa 75 km/Std. in beiden Fahrtrichtungen gut brauchbare Achsanordnung verkörpert und dem ausführlich behandelten 1 B 1-Typ mit vorderer und hinterer Radialachse fahrzeugtechnisch überlegen ist, die 1 F-Güterzuglokomotive der ehemaligen Württembergischen Staatsbahn mit Zweiachsenantrieb und teils frei, teils elastisch verschiebbarer Endkuppelachse, endlich die D + D Mallet-Schiebelokomotive der ehemaligen Bayerischen Staatsbahn werden sich an passender Stelle leicht einfügen lassen.

Alles in allem stellt die Jahnsche Entwicklungsgeschichte der Dampflokomotive das wertvollste zusammenfassende Werk auf diesem Gebiet dar, sie ist eine Fundgrube für den Fachmann, eine Quelle der Anregungen für den Liebhaber und unentbehrliches Einführungsmittel für den jungen Ingenieur, welcher sich in das erwählte Sondergebiet, in den Dampflokomotivbau einarbeiten und die Anschauungen und Erfahrungen der führenden Männer auf diesem Gebiet kennen lernen mufs, um später selbst nutzbringend und weiterentwickelnd tätig sein zu können.

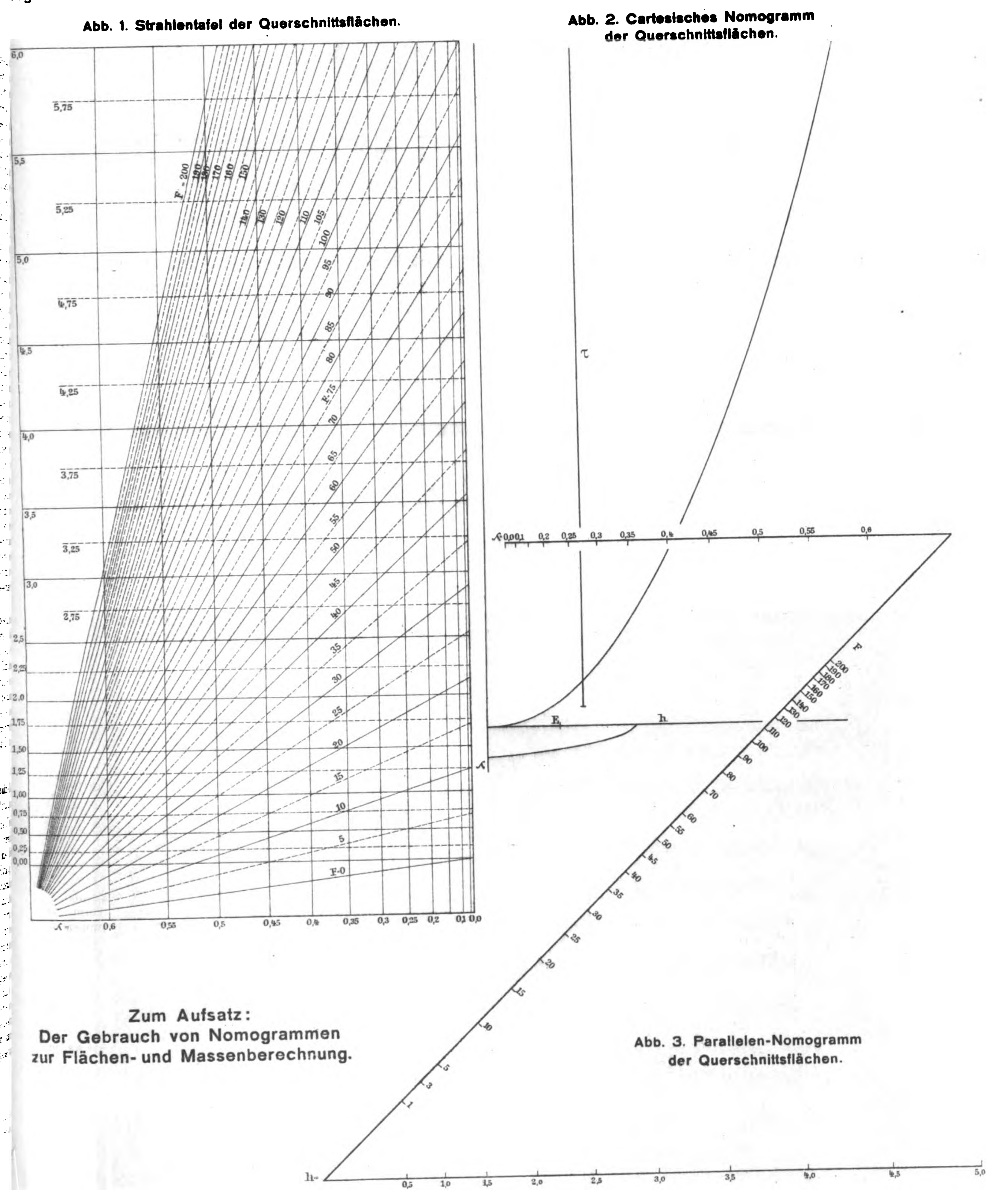
Georg Lotter.

Der Schriftleitung ist der **kleine Katalog der Eisenbahn-Liefergemeinschaft, G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 2** zugegangen.

Er enthält in 90 gut ausgeführten Abbildungen eine Übersicht der in den letzten Jahren von den im Eislieg-Konzern vereinigten Waggonfabriken gelieferten Fahrzeuge. Man gewinnt aus diesem, geschmackvoll in dreifarbigem Druck ausgeführten Katalog, ein anschauliches Bild von der Entwicklung und Leistungsfähigkeit der Gesellschafterwerke der Eislieg, der die Dessauer Waggonfabrik, Aktiengesellschaft Dessau, Düsseldorfer Eisenbahnbedarf, vorm. Carl Weyer & Co., Düsseldorf, Gottfried Lindner Akt.-Ges., Ammendorf b. Halle a. d. S., H. Fuchs, Waggonfabrik A.-G., Heidelberg, Siegener Eisenbahnbedarf-Aktiengesellschaft, Siegen, Waggonfabrik A.-G, Uerdingen/Rhein, Waggon- und Maschinenbau Aktiengesellschaft, Görlitz, Wegmann & Co., Cassel angehören und die damit den bedeutendsten Wagenbaukonzern Europas darstellt. Die Arbeiterzahl in den Gesellschafterwerken der Eislieg beträgt 17000, die Leistungsfähigkeit mehr als 30000 Eisenbahnfahrzeuge im Jahr, darunter viele Tausend Personenwagen, Salonwagen, Schlaf- und Speisewagen, Post- und Gepäckwagen, sowie Strafsenbahnfahrzeuge.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.





Zum Aufsatz:
Der Gebrauch von Nomogrammen zur Flächen- und Massenberechnung.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C.W. Kreidel's Verlag, Berlin.

1924

ORGAN

HEFT 14
30. OKTOBER

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.

Verschiedenes.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang **30. Oktober 1924** **Heft 14**

Die Eisenbahntechnische Tagung.

Unter aufserordentlicher Beteiligung, auch des Auslandes, fand vom 22. bis 27. September in Berlin die vom Verein Deutscher Ingenieure in engster Verbindung mit der Deutschen Reichsbahn veranstaltete Eisenbahntechnische Tagung statt. Beide Komponenten haben durch diese Veranstaltung wie durch die damit verbundene und in innerem Zusammenhang stehende Ausstellung in Seddin eine Tat vollbracht, aus der ein mächtiger Impuls für den Fortschritt im Eisenbahnwesen resultieren mufs. Die Fülle der Fragen, die gegenwärtig auf allen Gebieten des Eisenbahnwesens die Geister bewegen, die neuen Vorschläge und Anregungen, die sich Gestaltung suchend und um den Vorrang streitend drängen, mufsten den Gedanken als ein dringendes Bedürfnis erscheinen lassen, sie nun in Reih und Glied aufmarschieren zu lassen und sich der Eisenbahnfachwelt vorzustellen, sei es in der Form von Plänen und Entwürfen, sei es in der fortgeschrittenen Form des bereits Wirklichkeit gewordenen Objekts.

Unter diesem Leitgedanken wurden die Schaffenden am Webstuhl der Eisenbahntechnik zusammengeführt, um zu sehen, wie aus ihrem Einzelschaffen ein einheitliches Muster auf dem Gewebe entstehe, klarzulegen, wie die Fäden zusammenlaufen und sich verschlingen. Dabei sollten, wie es in den Ankündigungen der Tagung hiefs, vor allem die in die Zukunft weisenden Gesichtspunkte aufgezeigt werden.

Der Gröfse der Aufgabe, dem Ansehen und der Bedeutung der Veranstaltung, entsprach das Ausmafs und die Ausgestaltung der Tagung. In sechs Tagen wurden über 50 Haupt- und Sonderberichte über die verschiedensten Gegenstände gehalten, Probefahrten veranstaltet, Besichtigungen vorgenommen. Auch durch die wohlgelungene äufsere Form wurde die Bedeutung der Tagung zum Ausdruck gebracht.

Die Ausstellung von Fahrzeugen, Eisenbahneinrichtungen und Eisenbahnbedarfsgegenständen aller Art in Seddin umfafste mehr als 100 Lokomotiven und 120 Wagen. Modelle, Pläne und Entwürfe waren in der Technischen Hochschule in Charlottenburg ausgestellt.

Wir geben im nachfolgenden einen kurzen Abrifs über die auf der Tagung gehaltenen Vorträge; eine ausführliche Veröffentlichung wird in einem vom V. D. I. herausgegebenen eigenen Sonderwerk*) erscheinen. Über die Ausstellungen werden wir eingehende Berichte von Fachmännern in nächster Zeit veröffentlichen.

Die Vorträge und Berichte seien im folgenden nach den drei Fachrichtungen des maschinentechnischen, bautechnischen und elektrotechnischen Fachgebietes geordnet. Dem maschinentechnischen Gebiet gehörten die Erörterungen über Bauart der Fahrzeuge und über das Werkstättewesen an, ihm waren im wesentlichen der Vormittag des ersten und fünften Tages, sowie der zweite Tag gewidmet. Die Gestaltung des Oberbaues, der Bahnhöfe, der Brücken usw. füllten den ersten Nachmittag und den letzten Vormittag. Die elektrische Zugförderung stand auf der Tagesordnung des vierten Tages. Einzelfragen aus den verschiedenen Gebieten wurden in den Abendstunden behandelt.

*) Es soll Ende November erscheinen und ist beim V. D. I. Verlag Berlin zum Preis von 20 *M* zu beziehen.

Am dritten Tage wurde die Vortragsfolge durch die Vorführung einer hochinteressanten Bremsversuchsfahrt und den Besuch der Ausstellung in Seddin unterbrochen, weitere Probefahrten zur Vorführung der Telephonie vom fahrenden Zug aus sowie zur Besichtigung des elektrischen Stadtbahnbetriebs, fanden am letzten Tage statt.

Die Einteilung des Stoffes nach den drei Fachgebieten bedeutet keineswegs, dafs das Interesse des Fachmannes nun ausschliefslich auf sein Fachgebiet beschränkt sei. Im Gegenteil, es war das Verdienst der Tagung, dafs sie die Möglichkeit gab, den Blick auf andere, benachbarte Fachgebiete zu lenken und die Zusammenhänge aufzuzeigen; die Technik ist ein zusammenhängendes Gebiet und nur die ungeheure Ausdehnung des Stoffes zwingt zu einer Arbeitsteilung. So standen auch alle Vorträge unter einem einzigen Leitgedanken: dem des wirtschaftlichen und technischen Fortschrittes des Eisenbahnwesens. Ein gerader Weg führt vom Grofsgüterwagen zur leistungsfähigeren und sparsameren Lokomotive — möge sie nun Turbo-, Diesel- oder elektrische Lokomotive heifsen — zum vorzüglicheren Bremssystem, zum stärkeren Oberbau, zur besseren Einrichtung der Verschiebebahnhöfe. Freilich wird von den beiden Faktoren Wirtschaftlichkeit und technischer Fortschritt bei der jetzigen Lage der deutschen Reichsbahn der Nachdruck auf dem ersteren liegen und es mufs darauf geachtet werden, dafs der wirtschaftliche Fortschritt dem technischen scharf auf dem Fufse bleibt: ist das aber der Fall, dann wird nach den einleitenden Worten des Reichsverkehrsministers Öser die Entwicklung der Reichsbahn auch in der Folge nicht zum Stillstand kommen.

A. Fahrzeuge, Werkstättewesen.

Nach der Eröffnung der Tagung durch den Vorsitzenden des Vereins Deutscher Ingenieure Geheimrat Professor Klingenberg und der Ansprache des Reichsverkehrsministers hielt den ersten Vortrag Oberregierungsrat Laubenheimer über die Organisation des Massengüterverkehrs unter Verwendung von Grofsgüterwagen mit Schnellentladung. Die Einführung dieser Wagen kann die Überschüsse, die heute nur vom Güterverkehr erbracht werden, vermehren. Die Wirtschaftlichkeit im Verkehr verlangt, mit einer Mindestzahl von Fahrzeugen und Personal den gröfsten Umsatz zu erreichen; dies führt zu einer Verminderung der Wagen bei gleichem Gesamtfassungsraum.

Die erhöhte Tragfähigkeit der Güterwagen beeinflufst die Zuglänge, die tote Last des Zuges, die Streckenleistung. Ein 1000 t befördernder Zug aus Grofsgüterwagen hat mit etwa 180 m nur etwa die halbe Länge eines aus 20 t-Wagen zusammengesetzten Zuges mit derselben Nutzlast. Das Verhältnis der Totlast zur Nutzlast wird wesentlich günstiger und sinkt von 49 % beim 20 t-Güterwagen auf 30 % beim Grofsgüterwagen. Der geringere Luftwiderstand des kürzeren Zuges und der geringere Reibungswiderstand in den Achslagern erniedrigt den Brennstoffverbrauch der Lokomotiven. Die Zusammendrängung der Last auf wenige Wagen gestaltet den Verkehr auf der Strecke dichter, vermindert die Unfallmöglichkeit und erleichtert die Streckenbewachung; Strecken- und Zugpersonal werden in geringerer Anzahl erforderlich. Die

Vorteile der Grofsgüterwagen werden durch die Selbstentladung und die durchgehende Druckluftbremse wesentlich erhöht. Durch die beschleunigte Be- und Entladung wird die Streckenleistung auf das $2^1/_2$ fache und bei Einrichtung mit durchgehender Güterzugbremse, verbunden mit gut federnder Mittelpufferkupplung, auf das 4 fache erhöht, da mit dieser die schwersten Güterzüge ohne Gefahr mit höherer Geschwindigkeit gefahren werden können.

Diese Grofsgüterwagen können sich derart in den Güterverkehr einschalten, dafs man mit ihnen Massengüterzüge für Kohle, Koks, Erze, Sand als Pendelzüge in fester Verkehrsbeziehung laufen läfst und erst später freizügige Verwendung je nach Bedarf vorsieht. Bei den Pendelzügen darf man sich am Leerlauf nicht stofsen; im Minetteverkehr Lothringen-Saargebiet, wie in Oberschlesien, wo $2^1/_2$ Millionen t mehr aus- wie eingeführt werden, hat man gute Erfahrungen gemacht. Durch diesen Sonderverkehr werden die Verschiebebahnhöfe stark entlastet und eine beschleunigte Zugbildung erzielt. Auch gestattet die Selbstentladung und die Kürze der Wagen Verschiebung auf den Werkgleisen und Entladung auf den Werken selbst, womit der Reichsbahn Kosten erspart werden. Die Ausstattung der Wagen mit Rollenlagern macht die kleinen Werkrangierlokomotiven für ihre Verschiebung hinreichend. Dort wo auf den Bahnhöfen selbst besondere Einrichtungen für Be- und Entladung der Wagen zu schaffen sind, werden die Kosten hierfür durch Einsparungen an Betriebsanlagen infolge der geringeren Zuglängen eingebracht. Zur Einführung des Grofsgüterwagenbetriebs müsse Reichsbahn und Industrie zusammenarbeiten.

Diesem Vortrag schlossen sich die Ausführungen des Ministerialrats Staby über die Eisenhahnbremsen und ihre wirtschaftliche Bedeutung an. Staby besprach zunächst den Stand des Bremswesens und wies auf die Nachteile der Einkammerbremse bei langen Zügen hin. Nur die Güterzüge der Vereinigten Staaten hätten bisher durchgehende Güterzugbremsen, während die übrigen Staaten erst jetzt daran denken, sie in gröfserem Mafsstab einzuführen. Die bekannten Mängel der Handbremsung wurden kurz berührt und dabei die Arbeiten des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen in der Bremsfrage ausführlich besprochen. Seit 1906 sind Versuche mit Güterzugbremsen durchgeführt worden. Für die Einführung kamen nach diesen Versuchen nur die Westinghouse- und die Knorr-Bremse in Betracht. Später wurde diese Bauart zu der Kunze-Knorr-Bremse erweitert, die die Eigenschaft einer stufenweisen Lösung besitzt. Ausführlich wurde erörtert, dafs die Bremswirkungen um so sicherer und ruhiger verlaufen, je schneller sich die Bremsung über den ganzen Zug ausdehnt und je sanfter das Anziehen der Bremse stattfindet. Die Durchschlaggeschwindigkeit (Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Bremsdrucks) wurde für eine glatte, gerade Leitung von 26 mm Durchmesser und 775 m Länge zu 199 m/sek angegeben. Auf die gute Wirkung der Reibungspuffer zur Milderung des Rückstofses wurde hingewiesen. Der Bremsweg bei 34 % Bremsachsen und 40 km/Std. beträgt für die Kunze-Knorr-Bremse 300 m. Als höchste Verzögerung wird aus Sicherheitsgründen 1,5 m/sek gewählt. Für die Erzeugung der Bremsluft werden im Durchschnitt bei der Reichsbahn 300 kg Dampf auf 100 Fahrtkilometer verbraucht, die entsprechend einem Kohlenpreis von 20 ℳ/t, etwa 0,86 ℳ kosten.

Schliefslich wurden noch die aufserordentlichen wirtschaftlichen Vorteile aufgezeigt, die die allgemeine Einführung der Luftdruckbremse für Güterzüge bringen würde. Es sind dies: Beschleunigung des Wagenumlaufs und vor allem Ersparnisse an Beamten. Diese Ersparnis an Bremsermannschaft ist so bedeutend, dafs nach neun Jahren alle Ausgaben für die Einführung und Unterhaltung der Luftdruckbremse getilgt sind. Im zehnten Jahre tritt schon eine Ersparnis von 60 Mill. ℳ ein. Am Schlusse wies der Vortragende auch auf die Arbeiten der Union internationale des chemins de fer hin.

Die wichtige Frage der Achslager der Eisenbahnfahrzeuge, in erster Linie der Wagen, wurde in zwei Vorträgen behandelt. Über Kugel- und Rollenlager und ihren grofsen Einflufs auf die Verminderung des Fahrwiderstandes sprach an Stelle des verhinderten Direktors Albert aus Crefeld, Oberregierungsbaurat Laubenheimer. Oberregierungsbaurat Erich Schulze führte aus, dafs auch mit dem Gleitlager eine wesentliche Verminderung der Widerstände zu erreichen sei, so dafs es mit dem Wälzlager an den Stellen, wo hoher Anfahrwiderstand in Kauf genommen werden kann oder erwünscht ist, mit Erfolg in Wettbewerb treten kann, wenn die Voraussetzungen für eine richtige Ölfilmbildung und -erhaltung durch eine zweckdienliche Konstruktion, durch Wahl des geeigneten Baustoffes, durch Verwendung eines besonders herzustellenden Schmierstoffes und durch richtige Durchbildung der Schmierstoffzuführung geschaffen werden.

An Hand einer gröfseren Anzahl von Beispielen aus dem praktischen Betrieb wurde erläutert, unter welchen Bedingungen die Gleitlager an Eisenbahnfahrzeugen laufen müssen, und in welchem Umfang die Gleitflächen verschleifsen. Mit zunehmender Abnutzung der Gleitflächen wird der Lauf eines Fahrzeugs unruhig und ungenau. Es treten Stöfse auf, die zu Brüchen und Verbiegungen führen. Die heute ausgeführten Nachstellvorrichtungen bergen vielfach die Gefahr einer Veränderung der Stichmafse in sich. Es wurde besprochen, welche Faktoren auf den Lauf und die Haltbarkeit einer Lagerstelle Einflufs haben, und in welcher Weise die bisher bekannten Eigenschaften und Eigenarten der Baustoffe für die Verwendung des Gleitlagers zu bewerten sind. Der Stoffkunde fällt die Aufgabe zu, die Beanspruchung und das Verhalten der einzelnen Stoffe beim Gleiten zu studieren. Für das Studium aller mit der Lagerfrage zusammenhängenden Punkte hat die Deutsche Reichsbahn ein besonders für diese Zwecke eingerichtetes Versuchsamt in Göttingen mit Prüfständen und Untersuchungsmaschinen aller Art errichtet.

Die Eigenschaften der bisher verwendeten Schmierstoffe sind für die schwierigen Betriebsverhältnisse der Eisenbahn durchaus nicht befriedigend. Dem Öllieferanten fällt die Aufgabe zu, einen Schmierstoff herzustellen, der bei den vorkommenden Kältegraden noch die nötige Dünnflüssigkeit hat und bei den höheren Wärmegraden noch tragfähig genug bleiben mufs, um die flüssige Reibung im Gleitlager zu ermöglichen. Wichtig ist endlich das Studium der Frage, in welcher Weise und an welcher Stelle der Schmierstoff dem Gleitlager zugeführt werden mufs. Die von der Deutchen Reichsbahn eingeleiteten Versuche mit mechanischen Schmiervorrichtungen für die Wagenachslager bilden den Anfang auf dem Wege zur Vervollkommnung der Ölfilmbildung.

Die für wirtschaftliche Herstellung der Eisenbahnwagen wie für ihre Ausbesserung so wichtige Frage des »Vorrats- und Austauschbaus« behandelte Oberregierungsbaurat Klein*). Vorrats- und Austauschbau verringert die Herstellungs- und Ausbesserungskosten durch die Möglichkeit der Massenanfertigung, durch Vermeidung der Pafsarbeit beim Zusammenbau, durch Abkürzung der Herstellungs- und Ausbesserungszeiten. Einer Vorbedingung für den Austauschbau, der Vereinheitlichung der Bauart, wird durch die Einführung von Einheitsgüter- und Einheitspersonenwagen Rechnung getragen, nachdem schon der vor 15 Jahren ins Leben getretene Deutsche Güterwagenverband in dieser Richtung gearbeitet hat. Allerdings zeigen die Einheitsgüterwagen, rund $^4/_7$ des gesamten Güterwagenparks der Deutschen Reichsbahn, noch 100 verschiedene Bauarten. Eine weitere Vorbedingung ist die Normung. Hier

*) Siehe hierzu den Aufsatz in Heft Nr. 37 Seite 965 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.



hat der Normenausschufs der Deutschen Industrie (N. D. I.) und der diese Normen für den Wagenbau im besonderen behandelnde Allgemeine Wagennormenausschufs (Awana) bereits fruchtbare Arbeit geleistet. So ist die Zahl der im Wagenbau zu benützenden ungleichschenkligen Winkeleisen von 87 auf 13 (für Wagen der D. R. B.) herabgesetzt worden. Hölzer werden nur noch in 21 statt 24 Breiten (im rohen Zustand) geführt. Im bearbeiteten Zustand waren früher sogar 52 verschiedene Mafse verwendet, jetzt sind es ebenfalls nur 21. Auch die Holzverbindungen wurden normalisiert, wodurch die Zahl der Werkzeuge hierfür abgemindert wurde. Zum Austauschbau genügt es jedoch nicht, die Grund(Nenn-)mafse festzulegen, es müssen bei den unvermeidlichen Herstellungsfehlern auch die zulässigen Abweichungen (Abmafse) festgesetzt werden, wozu die Arbeiten des N. D. I. ebenfalls die Unterlage lieferten (Passungsnormen). Von den zwei Passungssystemen Einheitsbohrung und Einheitswelle hat sich die D. R. B. wegen der geringeren Anzahl Werkzeuge und Lehren für ersteres entschieden. Als Zahl der Gütegrade der Passungen (nach N. D. I. im ganzen 22) wurden nur 8 angenommen, denen noch die »grofsen Spiele«, entsprechend den besonderen Bedürfnissen des Eisenbahnwagenbaues, angefügt wurden. Die Nietlochentfernungen, denen für den Zusammenbau eine besondere Bedeutung zukommt, müssen auf eine Grundkante bezogen sein und dürfen nur ein Abmafs von ± 0,5 mm aufweisen. Diese Forderung setzt voraus, dafs in weitgehendem Mafs von Bohrschablonen Gebrauch gemacht wird, wie sie z. B. in der Ausstellung der Technischen Hochschule in Charlottenburg für Pufferbohlen usw. zu sehen waren.

Der Austauschbau hat seine erste Anwendung bei 120 offenen 20 t-Güterwagen gefunden. Aufserdem wurde der Austauschbau eingeführt bei den Lagerschalen und Gehäusen der Güterwagenachslager, wo infolge der vielen Abweichungen und des hierdurch erforderlichen unwirtschaftlichen Nacharbeitens ein besonderes Bedürfnis vorlag.

Auf dem Gebiet der Triebwagenfrage begegnete besonderem Interesse der Vortrag von Regierungs- und Baurat Fleck, der über die Verwendung von Sauggasmotoren für diese Wagen wie für kleinere Lokomotiven sprach. Gegen die Verwendung von Sauggasanlagen trug man bisher Bedenken, weil die bei ortsfesten Anlagen erprobten Generatoren wegen der stark wechselnden Belastungen nicht ohne weiteres anwendbar sind, dann auch wegen der Mitführung eines Wasservorrats. Der Firma Julius Pintsch ist es jedoch nach langjährigen Versuchen gelungen, einen für Eisenbahnfahrzeuge brauchbaren Generator herauszubringen. Das Mehrgewicht durch die Gaserzeugungsanlage und den Wasserbehälter gegenüber Benzolantriebsmotor beträgt bei einem Triebwagen von 22 t Gewicht nur 700 kg, ist also nicht von Bedeutung. Der Kohlenverbrauch wurde bei Versuchen zu 1,2 kg/km gefunden, was gegen Dampfbetrieb eine erhebliche Ersparnis bedeutet. Auch wenn die höheren Unterhaltungskosten in Betracht gezogen würden, sei immer noch im wirtschaftlichen Gesamtergebnis eine Ersparnis bis zu 50 v. H. gegenüber Dampf- und von 25 bis 30 v. H. gegenüber Benzolbetrieb vorhanden. Die in Seddin von der Deutschen Eisenbahnbetriebsgesellschaft ausgestellten Fahrzeuge mit Sauggasbetrieb wurden vom Vortragenden ausführlich beschrieben.

Dafs auch auf dem Gebiet des Eisenbahnrades, dieses Grundbauelementes und Wahrzeichens des ganzen Eisenbahnwesens, noch nicht alle Anschauungen zu einem Ausgleich gekommen sind, zeigte der Bericht des Hofrats Rücker-Wien über das Hartgufsrad und seine Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb. Es besteht hier — ebenso wie z. B. auch in der Frage des Baustoffes der Feuerbüchsen der Lokomotiven — eine diametral entgegengesetzte Stellungnahme bei den amerikanischen und den europäischen Bahnen. Während in Amerika fast ausschliefslich das Hartgufsrad herrscht — es laufen dort 26 Millionen in einer hinsichtlich Belastung, Fahrgeschwindigkeit und Bremsung gänzlich unbeschränkten Verwendung —, wird das Hartgufsrad in Europa, von einigen Ausnahmen abgesehen, nur in sehr untergeordnetem Mafse verwendet. Durch die T. V. (§ 65) wird im Gebiet des V. d. E. seine Verwendung auf Güterwagen ohne Bremse und Züge mit einer Geschwindigkeit von nicht über 50 km/Std. beschränkt. Der Vortragende erklärt diese Abneigung gegen das Hartgufsrad für unbegründet, nachdem durch die Fortschritte in der Giefsereitechnik die Herstellung einwandfreier Räder gewährleistet sei, die Erfahrungen in Amerika wie auch die zahlreichen Untersuchungen des Baustoffes hinsichtlich der Sicherheit günstig seien und das Hartgufsrad in wirtschaftlicher Hinsicht dem Rad mit aufgezogenem Reifen überlegen sei. Die in Amerika vorkommenden Schäden führt der Vortragende auf zu hohen Phosphor- und Schwefelgehalt zurück, der aber bei sorgfältiger Herstellung vermeidbar sei. Die Beherrschung der Herstellungstechnik sei so genau, dafs sich die Härtetiefen (im allgemeinen 9 mm) auf den Millimeter genau festlegen liefsen. Das Hartgufsrad nützt sich im Betrieb erst nach aufserordentlich langer Betriebsdauer ab, die Wagen müssen daher viel seltener aufser Dienst gestellt werden, Abdrehen der Räder, Aufziehen neuer Reifen entfällt. Angezeigt wäre vielleicht gewesen, wenn der Vortragende auf die Frage der Abnützung der Schienen durch die harten Stahlgufsräder eingegangen wäre.

Einen Brennpunkt der Tagung bildete die Vortragsreihe, die der Wärmewirtschaft und den Konkurrenten auf diesem Gebiet: der verbesserten Kolbenlokomotive, der Turbo- und der Diesellokomotive gewidmet war. Regierungsbaurat Wagner berichtete in seinem Vortrage »Wege zur wärmetechnischen Verbesserung der Lokomotive« über den derzeitigen Stand jener Arbeiten, die darauf abzielen, den thermischen Wirkungsgrad der Dampflokomotiven zu erhöhen. Darnach können für die heute bekannten Bauarten umstürzende Neuerungen nicht mehr erwartet werden. Dagegen ist durch sorgfältige Ausbildung der Einzelglieder, die den wärmetechnischen Prozefs der Lokomotive verwirklichen, der Wirkungsgrad noch zu heben. Verbundwirkung, Dampfüberhitzung und Vorwärmung des Speisewassers durch den Maschinenabdampf stehen bereits in voller Anwendung. Hierzu kommt neuerdings das Bestreben, die Wärme der Abgase zur Vorwärmung des Speisewassers auszunutzen. Die Kohlenstaubfeuerung, die Verbrennung von Stein- und Braunkohlenhalbkoks anstatt der Rohkohle mit ihren erst bei der Verkokung zutage tretenden Schätzen, die Vorwärmung der Verbrennungsluft stehen bei uns erst auf der Stufe des Versuchs. Um die Vorteile der Kondensation auch für die grofse Zahl der im Betrieb stehenden Auspufflokomotiven nutzbar zu machen, wird zur Zeit ein Entwurf bearbeitet für einen Abdampf-Turbinentender, der eine mit Kondensation arbeitende Abdampfturbine und gekuppelte Achsen erhält*).

Dafs auch die neuesten Fortschritte auf dem Gebiet des Hoch- und Höchstdruckdampfes in ihrer Anwendung auf den Lokomotivbau nicht unbeachtet bleiben, geht aus der Mitteilung des Vortragenden hervor, dafs zur Zeit eine Schnellzugmaschine auf Betrieb mit Hochdruckdampf von 60 at und Niederdruckdampf von 14 at umgebaut wird. Die mit Hochdruckdampf betriebene Kondensationsturbinenlokomotive, für welche ebenfalls zur Zeit ein Entwurf aufgestellt wird, schliefst zunächst die Aussicht auf die fernere Entwicklung im Lokomotivbau ab. Nach der Ansicht des Berichters wird eine solche Lokomotive den Wettkampf mit der Öllokomotive sehr wohl aufnehmen können.

Der Vortrag »Dampfturbinenlokomotiven mit Kondensation« von Dr. Lorenz, Essen, brachte eine ein-

*) Siehe Heft 7, Seite 141.

gehende Besprechung der jetzt im Vordergrund des Interesses stehenden Turbolokomotiven*). Ausgehend von den konstruktiven Beschränkungen, besonders hinsichtlich des Gewichtes und des Raumes, die der Einführung des Kondensationsbetriebs bei Kolbenlokomotivmaschinen entgegenstehen, entwickelte der Vortragende die Grundsätze für den Bau von Turbinenlokomotiven und zeigte ihre Anwendung bei den Bauarten von Zoelly-Krupp, Ljungström und Ramsay. Der Aufbau der Turbinenlokomotiven wird in erster Linie beeinflufst von der Wahl der Kondensationseinrichtungen. Während Ljungström einen luftgekühlten Kondensator wählt, ordnet Zoelly-Krupp einen wassergekühlten Oberflächenkondensator an, dessen Kühlwasser in einem Verdunstungskühler auf dem Tender zurückgekühlt wird. Demzufolge dient bei Ljungström das vordere Fahrzeug lediglich als Kesselfahrzeug, während das hintere die Turbinen mit dem luftgekühlten Kondensator trägt. Bei der Zoelly-Krupp-Lokomotive dagegen trägt der Tender die ziemlich umfangreiche Rückkühlanlage und das vordere Fahrzeug die Antriebsturbinen, Oberflächenkondensatoren und Pumpen. Das Speisewasser wird bei Ljungström stufenweise durch den Abdampf der Hilfsmaschinen vorgewärmt, bei Zoelly-Krupp wird es durch Abdampf- und Rauchgasvorwärmer geführt. Bei der Ljungströmlokomotive wird auch die Verbrennungsluft durch die Rauchgase vorgewärmt. Die Kohlenersparnis gegenüber der heutigen Kolbenlokomotive berechnet der Vortragende zu 30%. In der Anwendung von Hochdruckdampf und Zwischenüberhitzung liegen bereits weitere Verbesserungsmöglichkeiten für die noch kaum erschienene Turbinenlokomotive.

Grofsem Interesse begegnete auch der Bericht von Prof. Lomonossoff, Moskau, über Thermolokomotiven, denn eine nicht geringe Zahl von Lokomotivfachleuten sieht in der Diesellokomotive die Lokomotive der Zukunft Lomonossoff führte in seinem von Dr. Mrongowius verdolmetschten Bericht aus, dafs die Schwierigkeit in der Herstellung einer betriebsbrauchbaren Thermolokomotive vor allem in der Frage der Übertragung zwischen Dieselmotor und den Rädern liegt. Vier Übertragungsarten, die elektrische, die hydraulische, die Zahnrad- und die Druckluftübertragung, werden angewendet, aber die günstigsten Ergebnisse sind bis jetzt mit der elektrischen Übertragung erzielt worden. Daher wird auch die von Rufsland bei der Maschinenfabrik Efslingen bestellte Diesellokomotive mit dieser Übertragung ausgerüstet. Diese Lokomotive mit einer Leistung von 1200 PS wurde nun im Vortrag eingehend besprochen. Die Ergebnisse der Prüfung der Lokomotive auf dem ebenfalls von Rufsland bei der Maschinenfabrik Efslingen bestellten Prüfstand ergaben, dafs der thermische Wirkungsgrad etwa 25 v. H. beträgt, also um ein beträchtliches gröfser ist als der thermische Wirkungsgrad der heutigen Kolbenlokomotive mit etwa 7 v. H. und der Turbinenlokomotive mit etwa 12 — 15 v. H.

Der Berichter weist darauf hin, dafs Dank der elektrischen Übertragung die Regelung seiner Diesellokomotive feinstufiger und elastischer sei als die der Dampflokomotive.

In der Diskussion sprach Prof. Behr-Breslau über die neue von den Linke-Hoffmann-Werken in Ausführung genommene Öllokomotive mit Flüssigkeitsübertragung, die der Fertigstellung nahe sei und gute Brauchbarkeit verspreche.

Über die neuerdings bei europäischen Bahnen zur Erwägung stehenden Frage der Kohlenstaubfeuerung berichtete auf Grund eines von Caracristi New York verfafsten Vortrags Regierungsbaurat zur Nedden. Die Frage der Lokomotiv-Kohlenstaubfeuerung wurde in den Vereinigten Staaten in den ersten Kriegsjahren durch eingehende Versuche, die durchschlagende Erfolge hatten, geklärt. Die daraufhin ins Auge gefafste weitgehende Einführung dieser Feuerungsart unterblieb jedoch, zuerst wegen des Krieges, dann wegen der erhöhten — nicht durch den Brennstoff verursachten — Betriebsunkosten und der Schwierigkeiten der Kapitalbeschaffung. Für den Kohlenverbrauch ergaben die Vergleichsversuche zwischen zwei Lokomotiven gleicher Bauart bei Staubfeuerung einen Minderverbrauch von rund 10% (bezogen auf die gleiche Kohlensorte) und eine starke Steigerung der Verdampfung, hervorgerufen durch die vollkommenere Verbrennung. Dazu kommen die weiteren Vorteile der Verkürzung der Anheizzeit, Fortfall eines Restfeuers nach der Fahrt, schnelle Anpassung an die jeweils geforderte Leistung, Fortfall der schweren Heizerarbeit, geringere Kosten für Entfernung der Verbrennungsrückstände, längere Streckenleistungen. Nachteile sind die Schlackennesterbildung an der hinteren Rohrwand (bei Versuchen verschlackten bis zu ein Viertel der Heizrohre), vor allem aber die hohen Unterhaltungskosten der feuerfesten Ausmauerung der Feuerbüchse.

Weitere Vorträge galten der erst in neuerer Zeit in ihrer wirtschaftlichen Wichtigkeit erkannten Kleinarbeit, die für wirtschaftliche Herstellung und billige Instandhaltung der Fahrzeuge zu leisten ist. Ministerialrat Fuchs sprach über Normung, Typisierung und Spezialisierung im Lokomotivbau. Er erläuterte zunächst die einzelnen Begriffe, wies auf die etwa die Hälfte der gesamten Zugförderungskosten betragenden Aufwendungen für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals der Lokomotiven und für deren Unterhaltung hin und ging sodann auf die Möglichkeit ein, diese Kosten herabzumindern. Durch die Verwendung gleichartig durchgebildeter Bauteile bei möglichst vielen Lokomotivbauarten und möglichst gleicher Bauteile auf beiden Lokomotivseiten kann die Herstellung und die Instandhaltung der Lokomotive wesentlich verbilligt werden. Der Vortragende berichtet über die Arbeit, die in dieser Richtung im allgemeinen und im engeren Lokomotivnormenausschufs Alna und Elna geleistet wurde und bespricht die Entwürfe für die Einheitslokomotiven der deutschen Reichsbahn, die von dem Vereinheitlichungsbüro einer Gemeinschaft von Lokomotivfabriken durchgebildet werden. Darnach soll es später nur noch vier Hauptgattungen von Lokomotiven geben: eine 2 C 1 Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive, eine 1 D 1 Dreizylinder-Personenzuglokomotive, eine 1 E 1 Dreizylinder-Güterzuglokomotive und eine 1 E 1 Dreizylinder-Tenderlokomotive für Güterzüge.

Über Vorrats- und Austauschbau bei Lokomotiven sprach Oberregierungsbaurat Iltgen. An Hand von Zahlen und Bildern wies er die grofsen wirtschaftlichen Vorteile nach, die der Vorrats- und Austauschbau für die Herstellung und vor allem für die jetzt so teure Instandhaltung der Lokomotiven bringt. Vorbedingung für die restlose Durchführung von Vorrats- und Austauschbau ist die Schaffung von Einheitsbauarten und die Normung ihrer Einzelbauteile. Aber auch an den schon vorhandenen Lokomotiven lassen sich eine Reihe von Normungsarbeiten durchführen, die Vorteile in der Herstellung und in der Lagerhaltung von Ersatzstücken, und durch kürzere Ausbesserungszeiten bringen werden. Für die vorhandenen Lokomotiven sowohl als auch für neuzubauende müssen die »Dinorm«passungen zur Anwendung kommen. Die austauschbare Fertigung ist nur mit ihrer Einführung möglich. Die Durchführung von Vorrats- und Austauschbau bedeutet eine Wende in der bisherigen Art der Lokomotivinstandhaltung.

Wie bei den Vollbahnen so sind auch bei den Kleinbahnen Bestrebungen nach Normalisierung und Austauschbau im Gange, worüber Regierungsbaumeister Semke berichtete: In Anlehnung an die vorhandenen Oberbauformen sind für Bahnen mit 6 t und 7 t Raddruck je drei Lokomotivformen festgelegt worden, nämlich eine C Lokomotive für 30 km Höchstgeschwindigkeit.

*) Siehe Heft 1, Seite 1.

eine 1 C Lokomotive für eine Geschwindigkeit über 30 km und eine D Lokomotive, letztere für schwere Züge und geringe Geschwindigkeiten. Die Lokomotiven sind sowohl für Nafsdampf wie für Heifsdampf durchgebildet.

Besondere Aufmerksamkeit beanspruchte der Bericht von Seley-Chicago, Flufseiserne Feuerbüchsen. Ausführliche Angaben über Baustoff, Bauart und Bewährung der flufseisernen Feuerbüchsen liefsen keinen Zweifel darüber, dafs die Amerikaner diese Frage, die auch bei uns jetzt wieder aufgegriffen wird, in einer bei den amerikanischen Betriebsverhältnissen befriedigenden Weise gelöst haben. Für die Erhaltung der Brauchbarkeit solcher Feuerbüchsen ist die Art der Lokomotivverwendung im Betriebe, die in Amerika anders gehandhabt wird wie bei uns, von gröfster Wichtigkeit. Diese Tatsache wurde auch in der Diskussion von Prof. Lomonossoff besonders hervorgehoben. Oberregierungsbaurat Füchsel schlofs an den Bericht von Seley seine eigenen Gedanken in der Frage der eisernen Feuerbüchsen an, die darin gipfelten, dafs auch bei uns die Verwendung solcher Feuerbüchsen technisch möglich und wirtschaftlich vorteilhaft sein müfste*).

Diplom-Ingenieur Lösel, Brünn, erläuterte in dem Vortrag »die Hochdruckturbine und ihre Bedeutung für den Lokomotivbau« die von ihm entworfene Hochdruckturbine Bauart »Brünn« in Bauart, Wirkungsweise und Brennstoffausnutzung. Darnach ist durch Steigerung von Druck und Temperatur und entsprechende Gestaltung der Einzelteile erreicht, dafs der Kohlenverbrauch für die PS/Std. unter der Hälfte der heute üblichen Werte liegt. Das Verhältnis von Leistung zu Gewicht ist sehr günstig, so dafs ohne Schwierigkeiten Turbinen bis zu 4000 PS auf die Lokomotiven aufgebaut werden könnten, wodurch die Leistungsgrenze der Dampflokomotiven um ein beträchtliches Stück verschoben wird. Die der Turbolokomotive anhaftende Belastung durch zahlreiche Hilfseinrichtungen gestaltet sich dadurch wesentlich günstiger. Günstig sei auch ihre Regelung, die gestattet, dafs die Lokomotive auch bei geringer Belastung noch wirtschaftlich arbeitet.

Einen fesselnden Überblick über die neuzeitlichen Lokomotiven der österreichischen Bundesbahnen gab Direktor Steffan der Lokomotivfabrik der österreichischen Staatseisenbahngesellschaft. Neben dem allgemeinen Aufbau der Lokomotiven wurden auch bemerkenswerte Einzelteile wie der »Dabeg«-Vorwärmer behandelt sowie die Bestrebungen der österreichischen Bundesbahnen auf Hebung der Wärmewirtschaft besprochen.

Dem **Eisenbahnwerkstättewesen,** diesem für die ordnungsmäfsige Instandhaltung der Eisenbahnfahrzeuge und damit für die störungsfreie Abwicklung des Eisenbahnbetriebs so wichtigen Gebiet, das aber auch hinsichtlich seines Anteils an den Ausgaben des Eisenbahnunternehmens eine wesentliche Rolle spielt, war eine besondere Vortragsreihe gewidmet.

Geheimrat Kühne gab in klarer Darstellung einen Überblick über die Mafsnahmen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit bei der Instandsetzung von Fahrzeugen der D. R. B. Die Betriebsführung wurde von der alten Meisterorganisation auf die wissenschaftliche Betriebsführung umgestellt. Die Zusammenfassung der früheren Werkstättenämter in Eisenbahnausbesserungswerke ergibt die Verantwortung der Werkdirektoren für die Einheitlichkeit der Leitung. Die Verringerung der Zahl der von einem Werk zu unterhaltenden Fahrzeugbauarten verbesserte die Gedingearbeit, verkleinerte die Stofflager und ermöglichte erst Vorrats- und Austauschbau unter gleichzeitiger Normung. Auch die Betriebswerke müssen sich planmäfsig auf Austauschbau umstellen und die Bearbeitung von Einzelteilen möglichst einschränken. Die getroffenen Mafsnahmen führten bereits zu wesentlichen Verkürzungen der Ausbesserungszeiten; so werden innere Untersuchungen von Lokomotiven in gut geleiteten Werkstätten bereits heute in 30 bis 40 Tagen gemacht. Besonders notwendig ist die Durchbildung der Arbeitsprüfung wegen des Austauschbaues und der sorgfältig typisierten neuen Fahrzeuge. Zeitaufnahmen haben überall zu einer Herabsetzung der Stückzeiten geführt. Das Förderwesen wurde genormt, nicht nur für die Werkbetriebe, sondern auch für den Stations- und Güterdienst. Die Förderung erfolgt nach Fahrplänen. Die Zahl der Förderarbeiter wurde wesentlich vermindert, die Förderkosten konnten durchschnittlich um 60 % herabgesetzt werden. Ganze Maschinengruppen, ja ganze Betriebe, wurden verlegt, um günstigere Förderwege zu erzielen. Die Stoffwirtschaft wurde auf neuer Grundlage entwickelt, Sortenkarteien wurden eingeführt, die Altstoffe werden planmäfsig bewirtschaftet. Die Stoffbehandlung in den Schmieden, Giefsereien usw. wurde in die Hände wissenschaftlich geschulter Leute gelegt und wird in ständiger Berührung mit Industrie und Wissenschaft weiter vervollkommnet. Die Energiewirtschaft fand gebührende Beachtung. Für den Gang der Wiederherstellung der Fahrzeuge wurden Arbeitsdiagramme ausgearbeitet.

Oberregierungsbaurat Martens behandelte den Gedanken der Grofsfertigung in Eisenbahnwerkstätten, der darin gipfelt, dafs in weiterer Auswirkung des Vorrats- und Austauschbaues eine Reihe von Teilen für einen grofsen Bereich in wenigen Spezialwerken herzustellen wären, die infolge der Massenanfertigung und besonderer Einrichtung diese Herstellung in wirtschaftlichster Weise vornehmen können.

Eine wichtige Spezialfrage für die Eisenbahnwerkstätten, die Lokomotivvermessung, behandelte Direktor Bafsler. Nicht nur der Verschleifs der Teile, wovon wiederum die Laufzeit der Lokomotiven von einer Ausbesserung zur anderen abhängt, sondern auch der mechanische Wirkungsgrad, der Gang der Lokomotive, hängen von einem sorgfältigen, auf genauen Messungen beruhenden Zusammenbau der Teile: der genauen Lage und Gestalt der Achsen, ihrer Kurbeln und Gegenkurbeln, der Zylindermittellinien usw. ab. Der Vortragende schilderte die zu solchen Messungen geeigneten Verfahren und Einrichtungen. Für die Beurteilung der Radsätze führte er eine mit besonderer Genauigkeit arbeitende Spezialmaschine vor.

Ein Bild vom Eisenbahnwerkstättewesen in unserem nördlichen Nachbarlande Schweden lieferte der Vortrag des Chefs der Schwedischen Hauptwerkstätten, Sabelström, der eine der gröfseren Werkstätten der Schwedischen Staatseisenbahnen, Örebro, in Wort und Bild schilderte. Das Werk bessert sowohl Lokomotiven wie Wagen aus. Die Lokomotivrichthallen haben zur Zeit Querstände, eine Erweiterung ist jedoch für Längsanordnung der Ausbesserungsstände vorgesehen. Die Dreherei ist unmittelbar angebaut. Die Hilfswerkstätten sind mit neuzeitlichen Maschinen und Fördereinrichtungen ausgestattet.

B. Bau und Betrieb*).

Als erster Redner auf diesem Gebiet kam Prof. Streletzky, Moskau, mit einem Vortrag über Ausgestaltung des Oberbaues und der Brücken zu Wort. Der Vortrag, der die Ergebnisse der Brückenuntersuchungen in Rufsland zusammenfafste, erläuterte die statische und dynamische Wirkung der Belastung auf die Brücken und die Veränderung des Brückenzustandes im Laufe der Zeit. Im Vortrag wurde ausführlich die Natur der Stofsziffer aufgeklärt, zum Schlufs wurden die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen der dynamischen Wirkung verschiedener Arten von Lokomotiven auf die Brücken und die Methoden ihrer Regulierung erläutert.

*) Vergl. Heft 11, Seite 259.

*) Bearbeitet von Prof. Dr. Ing. W. Müller, Dresden.

Den neuen Oberbau der Deutschen Reichsbahn, der gleichzeitig unter Verwertung aller bei den verschiedenen vormaligen Länderverwaltungen gesammelten Erfahrungen die dringend erwünschte Vereinheitlichung bringt, beschrieb an Hand ausgezeichneter Lichtbilder Oberregierungsbaurat Herwig. Für die Tragfähigkeit wurden, der künftigen Verkehrsentwicklung und der Verwendung von Grofsgüterwagen und schwersten Lokomotiven entsprechend 25 t Achsdruck zu Grunde gelegt. Aber nicht nur der konstruktiven Durchbildung wurde der wirtschaftlichen Bedeutung entsprechend gröfste Sorgfalt gewidmet, ebenso grofses Augenmerk wird auch der Unterhaltung geschenkt, die nach erprobten Verfahren und in planmäfsiger Weise vorgenommen werden mufs.

Den Einflufs der schweren Lokomotiven und Grofsgüterwagen auf die wirtschaftliche Ausgestaltung der Eisenbahnbrücken, deren Belastungsannahmen sich gegen die früheren Vorschriften um 100% erhöht haben, beleuchtete Oberregierungsbaurat Dr. Ing. Schächterle, Stuttgart. Die Reichsbahn schreibt jetzt den »N«-Lastenzug aus zwei Tenderlokomotiven mit je sieben Achsen zu 25 t Achsdruck (13,65 t/m) und ein- oder zweiseitig angehängten vierachsigen Güterwagen mit 20 t Achsdruck (8 t/m) für Brücken vor. Der Vortragende führte kurz aus, dafs die grofsen Spannweiten bei schweren Verkehrslasten immer ungünstiger werden, und dafs man künftig auf Zwischenstützen angewiesen sei. Massive Brücken treten wieder in Wettbewerb mit eisernen Tragwerken. Die Herstellung der Massivbrücken mufs aber durch Verminderung der Kosten für die Lehrgerüste wirtschaftlich gemacht werden. Der Vortragende besprach dann ausgiebig die Eignung der verschiedenen Baustoffe und erwähnte zuletzt die wirtschaftliche Überlegenheit des hochgekohlten Stahls als Baustoff. Zum Schlufs wurde über die Art gesprochen, in der man am zweckmäfsigsten Brückenauswechslungen vornimmt.

Die Verstärkung von eisernen Brücken durch Einbau in Beton war der Gegenstand des Vortrags von J. Simonsson, Göteburg. Nach seinen Ausführungen kann die Brückenverstärkung durch Beton erfolgen:

1. durch Vergröfserung des Querschnitts schwacher Konstruktionsteile,

2. durch Änderung des Systems des Trägers,

3. durch Verstärkungsdecken aus armiertem Beton zwischen kleineren vollwandigen Trägern. Diese Verfahren erläuterte der Vortragende mittels Lichtbildern an in Schweden ausgeführten Brückenverstärkungen.

Den Schlufs dieser Vortragsreihe bildeten die äufserst beachtenswerten Darlegungen des Oberregierungsbaurats Dr. Ing. Kommerell, Berlin, über die wissenschaftlichen Grundlagen für Neubau und Verstärkung der Brücken. Der Redner besprach zunächst die bei der Reichsbahn mafsgebenden Berechnungsgrundlagen für eiserne Brücken, wobei namentlich die Berechnung der auf Knickung beanspruchten Druckstäbe an Hand von Lichtbildern gezeigt wurde. Nach Vorführung der vom Eisenbahn-Zentralamt vorgeschlagenen neuen Querschnittsformen für parallelflanschige Träger, die namentlich bei Fachwerkbrücken wegen der Vereinfachung der Anschlüsse grofse Vorteile bieten werden, ging der Vortragende am Schlufs noch auf den Zustand der bestehenden Brücken ein und erbrachte unter Hinweis auf einen unter den derzeitigen Betriebslasten gebrochenen Querträger den Nachweis, dafs zum Teil als Folgen des Krieges viele Brücken aus Gründen der Betriebssicherheit verstärkt oder erweitert werden müssen.

Eine weitere Vortragsreihe behandelte Neuerungen auf dem Gebiet der Weichendurchbildung und Weichenanordnung, der Gleisbremsen sowie der betriebswissenschaftlichen Untersuchungen. Regierungsbaurat Dr. Ing. Bäseler, München, sprach in fesselnder Weise über die verkürzten Weichenstrafsen, deren Zweck eine bessere Ausnutzung des Bahnhofsgeländes ist. Der Gewinn an nutzbarer Gleislänge bei Verwendung derartiger Weichen beträgt meist fast 25%; die Mehrkosten der Weichen, etwa 10—20%, werden um ein Vielfaches aufgewogen durch den Wert des gewonnenen Geländes. Mit Hilfe der verkürzten Weichen erhält man bei gleichem Krümmungshalbmesser Weichenwinkel 1 : 6,5 bis 1 : 6, ja sogar 1 : 5,5, und zwar sowohl bei Doppelweichen als auch bei Kreuzungsweichen.

Der Erfinder der zur Zeit besten Gleisbremse Regierungsbaurat Dr. Ing. Frölich, Essen, behandelte sodann in längerer Ausführung die zweckmäfsigste Ausgestaltung von Gleisentwicklung und Längenprofil der Ablaufanlagen auf Grund dynamischer Untersuchungen der Wagenabläufe. An zeichnerischen Darstellungen wurde gezeigt, wie sich der Wagenablauf durch Einbau von Gleisbremsen verbessern und die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen heben läfst. An einem Modell erklärte der Erfinder die Wirkungsweise der Gleisbremse, die gestattet, die Wagen an jeder gewünschten Stelle im Gleis stofsfrei zum Halten zu bringen, so dafs hierdurch die Zahl der Hemmschuhleger und die Kosten für Wagenausbesserung stark vermindert werden.

Im Anschlufs hieran sprach Prof. Dr. Ing. W. Müller, Dresden, über Betriebspläne für Verschiebebahnhöfe. Er zeigte ein neues zeichnerisches Verfahren zur Aufzeichnung des Betriebs auf Flachbahnhöfen, mittels dessen man die Leistungsfähigkeit einer Gleisanlage im voraus für einen bestimmten Güterverkehr, der im einzelnen nach Zeit und Art durch die Streckenfahrpläne und die Beförderungsvorschriften festliegt, untersuchen kann. Die Grundgedanken des Betriebsplans, der zur Erläuterung für einen zweiseitigen Flachbahnhof angefertigt war, sind folgende: Die Lokomotiven sind in einem Flachbahnhof die treibende Kraft der Umstellbewegungen (Zerlegen, Neubilden und Überführen der Züge); sie geben auch die Antriebsgeschwindigkeit für die während ihrer Bewegung ausgeführten Arbeiten der Verschiebemannschaft und Weichensteller. Andrerseits bestimmen die Vorbereitungsarbeiten der Umstellungen sowie das Kreuzen der Lokomotiven und Züge Beginn und Unterbrechungen der Umstellungen. Durch die Darstellung der Bewegung der Lokomotiven im Verschiebebahnhof sowie ihrer Aufenthalte ist der Gesamtbetrieb gefafst. Die Aufenthalte der Züge in den Einfahr-, Richtungs-, Stations- und Ausfahrgleisen werden durch die Gleisbesetzungspläne, die Bewegungen der Lokomotiven wie im bildlichen Fahrplan durch Zeit-Weg-Linien dargestellt. Die Lokomotivbewegungen in den nebeneinander liegenden Einzelgleisen und Gleisgruppen, also in der Bahnhofsbreite, werden durch verschiedene Farben gekennzeichnet. Bei den Gleisgruppen treten zur weiteren Unterscheidung noch die Gleisbesetzungspläne hinzu, die mit dem Bewegungsplan in Verbindung gebracht sind. Der Zusammenhang zwischen Gleisplan und Betriebsplan, die untereinander zu zeichnen sind, wird dadurch hergestellt, dafs die Zeit-Weg-Linien in derselben Farbe wie das Gleis oder die Gruppe gezeichnet werden, in der sich die Lokomotive gerade befindet. Schneiden sich die Zeit-Weg-Linien mit denselben Farben, die in einer Weiche oder Kreuzung zusammen kommen, senkrecht unter diesen, so mufs die eine Lokomotive zur Vermeidung des Zusammenstofsens warten, bis die andere gekreuzt hat. Für die Lokomotivbewegungen beim Zerlegen, beim Neubilden sowie für den Verkehr der Lokomotiven zwischen Gleisen und Schuppen entstehen charakteristische, sich durch Form und Farbe unterscheidende Linienzüge. Dieser Betriebsplan ist vor allem geeignet, die Leistungsfähigkeit der Brennpunkte des Bahnhofs zu ermitteln und die Zusammenhänge der gleichzeitig stattfindenden und sich beeinflussenden Rangierbewegungen klar zu legen.

In der Diskussion erklärte Simon-Thomas, Utrecht, einer der besten Kenner der europäischen Verschiebebahnhöfe, dafs man auch im Ausland die Bedeutung der Gleisbremsen sowie der wissenschaftlichen Untersuchungen der Betriebsvorgänge voll erkannt hat. Der Vorsitzende der Versammlung, Reichsbahndirektionspräsident Dr. Ing. Heinrich, Halle, regte die Einrichtung eines betriebswissenschaftlichen Versuchsamts bei der Reichsbahnverwaltung an. Die Versammlung stimmte dieser Anregung mit lebhaftem Beifall zu.

Über Sicherungsfragen im Eisenbahnwesen sprach van Driel van Wageningen, Utrecht, wobei er insbesondere einen Überblick über das niederländische Signalwesen gab. Wegen des Nebels geht dem Vorsignal noch ein besonderes Signal vorauf, der sogenannte »Kündiger«, so dafs sich für die Signale folgende Reihe ergibt: 100 m vor dem Gefahrpunkt das Hauptsignal, 500 m vorher das Vorsignal, und 350 vor diesem der »Kündiger«. Dieser ist eine Bake von 27 m Länge, damit sie lange im Gesichtskreis des Führers bleibt. Die Weichenanlagen auf den Bahnhöfen sind weitgehender mit Signalen versehen als in Deutschland. Von 3000 km Gleislänge in Holland sind 1700 km mit elektrischer Streckenblockung von Siemens & Halske versehen. Bei dem nebligen Wetter hat der sechsfache Block dem vierfachen Block gegenüber den Vorteil, dafs Anblocken und Freigeben verschieden ist und die Züge an den Vorposten angehalten werden können. Weichen und Signale werden hauptsächlich mechanisch mit doppelten Drahtzügen betätigt. Nach deutschem Vorbild werden in letzter Zeit nur Blockstellwerke gebaut, Bauart AEG.

Aus dem Bericht von H. S. Balliet, New York, über amerikanisches Signalwesen und automatische Zugkontrolle war zu entnehmen, dafs sich in Amerika Lichtsignale statt Flügelsignale immer mehr beliebt machen, da viele bewegliche Teile fortfallen. Die elektrische Weichenbeleuchtung auf den Rangierbahnhöfen ist seit vier Jahren wegen gröfserer Sichtbarkeit und Sauberkeit eingeführt. Aufsenliegende Weichen sind durch Kraftbetrieb der Fernkontrolle unterstellt; örtliche Kontrolle ist durch Verwendung von Federweichen ermöglicht. Die Weichensteller sind nahezu verschwunden. Bahnübergänge werden durch selbsttätige elektrische Einrichtungen gesichert. Die Zugkontrolle befindet sich in der Entwicklung; Richtlinien hierfür sind aufgestellt. Unterbrochener Betrieb hat elektrische Überwachung (Kontakt am Gleis). Bei Dauerbetrieb findet Geschwindigkeitsüberwachung statt (Führerstandsignal). Richtlinien für derartige Einrichtungen sind: 1. selbsttätige Zughaltevorrichtung, 2. selbsttätige Geschwindigkeitsüberwachung.

In der Diskussion wurde darauf hingewiesen, dafs die Reichsbahn mit Tageslichtsignalen Versuche aufgenommen hat und sich mit der automatischen Streckenblockung wie Zugkontrolle beschäftigt. Auch aus dem holländischen Signalwesen einiges zu übernehmen, ist in Erwägung gezogen. Auf der Berliner Hochbahn werden zunächst die Oststrecken mit Tageslichtsignalen versehen werden; das selbsttätige Signalsystem ist jetzt auf 50 km zweigleisiger Strecke der Hochbahngesellschaft und auf der Nord-Südbahn eingeführt. Auf die ausgedehnte Verwendung des elektrischen Stromes in den Stellwerkanlagen wurde hingewiesen; 20000 elektrisch betriebene Weichen sind bis heute von Siemens & Halske geliefert worden. Elektrisch betriebene Vorsignale sind in Aufnahme begriffen. Bei der elektrischen Beleuchtung der Weichensignale ist man in Deutschland weiter gegangen als in Amerika.

Die fesselnden Ausführungen von Prof. Dr. Ing. Blum, Hannover, über Verschiebebahnhöfe waren hauptsächlich der Frage gewidmet, wie die Flachbahnhöfe hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit, d. h. durch Verringerung der Betriebsausgaben, verbessert werden können. Zunächst wies Prof. Blum darauf hin, dafs einige Bahnnetze zu viele Verschiebebahnhöfe haben, wodurch das Umstellgeschäft verzettelt und verteuert, sowie die Güterzugbildung ungünstig wird. Die Ausschaltung ungünstig gelegener Bahnhöfe und Zusammenfassung der Umstellaufgaben an den richtig gelegenen Verschiebebahnhöfen würde die Betriebsausgaben verringern. Nach Untersuchungen der letzten Zeit ist die Längenentwicklung der Flachbahnhöfe verfehlt. Diese dürfen nur aus zwei Gruppen bestehen, den Einfahr- und den Richtungsgleisen, letztere müssen aber ausreichend lang sein. Vor allem ist zur Verringerung des Umstellgeschäfts darauf hinzuwirken, dafs möglichst viele Fernzüge, d. h. solche mit nur einer Gruppe gebildet werden. Wichtig ist die zweckmäfsige Anlage der Gleise für den Eck- und Lokomotivverkehr. Die Unterbringung der Umladeanlagen in der Mitte zwischen den Richtungsgleisen ist unzweckmäfsig, eine abgesonderte Lage ist günstiger. Sodann ging der Vortragende auf die Mechanisierung des Umstellbetriebs näher ein und empfiehlt den Einbau der Gleisbremse der Thyssenhütte (System Frölich), der Umstellbrücke von Gaber, durch die die Richtungsgleise aufnahmefähiger werden und die Bildung der Züge beschleunigt wird, sowie die Ausstattung des Ablaufberges mit einem ortsfesten, vom Leiter des Verschiebedienstes zu bedienenden Antrieb zum Zuführen der zu zerlegenden Züge (Vorschlag Derikartz).

Die Gefällbahnhöfe unterzog Simon-Thomas, Utrecht, einer kritischen Betrachtung. Er kommt zum Ergebnis, dafs nach den eingehenden Untersuchungen der letzten Jahre es für das Zerlegen der Züge am vorteilhaftesten ist, die ganze Ablaufhöhe in einer Steilrampe zusammen zu fassen, und dafs die Vorteile der Frölichschen Gleisbremse es überflüssig machen, die Richtungsgleise im Gefälle zu verlegen. Erwünscht bleibt nur, unter Ausschaltung unwirtschaftlicher Höhenunterschiede die Einfahr- und die Stationsgruppen so ins Gefälle zu legen, dafs man in diesen bei günstigen Witterungsverhältnissen ohne Drucklokomotiven auskommt.

Von besonders grofsem Einflufs auf die Gestaltung der Gleisanlagen grofser Personenbahnhöfe, über die Prof. Dr. Ing. Risch, Braunschweig sprach, sind die schienengleichen Kreuzungen der Ein- und Ausfahrwege der Züge. In seinen fesselnden Ausführungen bewertet Prof. Risch auf Grund von Zeitstudien diese schienengleichen Kreuzungen und gibt ein Verfahren an, zahlenmäfsig die Fälle zu prüfen, in denen infolge der betrieblichen Verzögerungen eine Beseitigung der Kreuzungen geboten erscheint.

Allgemeinere Fragen behandelte grundlegend der Vortrag des Ministerialrats Dr. Ing. Tecklenburg, Berlin über die »Selbstkosten des Eisenbahnbetriebs und Mafsnahmen zur Besserung des Wirkungsgrades«. Beginnend mit einer Schilderung der Mafsnahmen zur Abwendung des vor einem Jahr drohenden finanziellen Zusammenbruchs der Reichsbahn führte der Redner aus, dafs die Selbstkosten für die Betriebsleistungen jetzt etwa doppelt so hoch sind als vor dem Krieg. Im Vergleich zu anderen Ländern ist dies nicht aufsergewöhnlich. Die Ursachen liegen für die Reichsbahn — abgesehen von dem Verkehrsrückgang — in dem Steigen der persönlichen Ausgaben. Die Hauptrichtlinien für die Hebung des Wirkungsgrades sind: Sparsame Personal- und Stoffwirtschaft. Für den eigentlichen Betrieb insbesondere, den wichtigsten Zweig des Unternehmens, auf den etwa 77% aller Betriebsausgaben entfallen, gilt es:

1. Die Kosten für Zugförderung, Zugbildung und Vorhalten der Fahrzeuge möglichst niedrig zu halten und

2. die Betriebsleistungen möglichst günstig für den Verkehr auszunutzen. Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei der Gesichtspunkt der richtigen Leitungswege der Sendungen, also der wirtschaftlich günstigsten Leitung. Bei allen wirtschaft-

lichen Mafsnahmen auf irgend einem Teilgebiet darf die Entwicklung niemals in der Richtung gehen, als sei das Teilgebiet Selbstzweck. Erst die Einordnung in die grofsen Zusammenhänge des Gesamtbetriebs kann die Voraussetzungen dafür schaffen, dafs im Zusammenwirken aller Teile das Optimum für die Wirtschaftlichkeit des Ganzen erreicht wird.

Eine aufsergewöhnliche Betriebsart, die Förderung von Fahrzeugen mittels Seilbetrieb, die in den ersten Zeiten des Eisenbahnwesens eine Rolle spielte und durch Dr. Baeseler mit der Oberweisbacher Bergbahn der Vergangenheit entrissen wurde, wurde von Dr. Flügel behandelt. Er führte aus, dafs solche Seilbahnen infolge der Möglichkeit, gröfste Steigungen anzuwenden, für Nebenbahnen wirtschaftlich vorteilhaft sein können, und besprach die verschiedenen Arten von Seilbahnen.

Anknüpfend an eine Bauausführung, zu deren Besichtigung den Teilnehmern an der Tagung Gelegenheit gegeben werden konnte, wurde schliefslich noch eine bautechnische Spezialfrage durch Dr. Ing. e. h. Krefs, Berlin, behandelt, nämlich der Bau von Unterwassertunneln mit Grundwasserabsenkung. Nach einem kurzen Überblick über die Entwicklung des Unterwassertunnelbaues schilderte der Vortragende an Hand von Lichtbildern die Bauweisen für die Hoch- und Untergrundbahn Berlin, die bei den Spreeunterfahrungen an der Speicherinsel, bei der Jannowitzbrücke und bei der Weidendammerbrücke, ferner bei der Unterfahrung des Landwehrkanals angewandt wurden.

C. Elektrische Zugförderung *).

Der lebhaften Bewegung auf diesem Gebiet in der Gegenwart entsprechend war der Frage des elektrischen Bahnbetriebs ein eigener Tag gewidmet.

Zunächst sprach Geh. Reg.-Rat Reichel, Berlin, über Gestaltung elektrischer Lokomotiven. Für die Anordnung der elektrischen Lokomotiven ist mafsgebend, ob die Leistung zusammengelegt oder in mehrere Teile aufgelöst wird. Als Beispiel der ersten Art gilt die 2 D 1 Güterzuglokomotive der schlesischen Gebirgsbahnen mit einem hochliegenden Motor und Dreiecksantrieb von 2000 PS Leistung: der grosse Motor ist aber unhandlich. Dies führt zur Unterteilung der Leistung, wie es bei der 1 C-C 1 Lokomotive für die Ricksgränsenbahn bei 1440 kW Leistung erfolgt ist (Doppelmotoren mit gemeinsamem Zahnrad). In Amerika geht man bei der Konstruktion der Lokomotiven bis auf 35 t Achsdruck (in Deutschland 20 t), wodurch die Maschine kurz und zum Verschiebedienst beweglicher wird. Bei der Verwendung von zwei Kraftstellen in der Lokomotive sind zwei Bauarten durchgeführt, indem einmal Mitte Blindwelle mit anschliefsendem Kuppelgestänge in gleicher Höhe mit Triebachsmitte liegt, oder die Mitte der Zahnradblindwelle mit Schrägstange 250 mm über Triebachsmitte liegt. Von der letzteren hat die Wasseggruppe 33 Lokomotiven im Bau. Bei den Schnellzuglokomotiven mufs der Schwerpunkt hoch liegen; man verwendet schnelllaufende Motoren, die noch ein besonderes Vorgelege erhalten und hoch im Rahmen liegen. Dies gibt die Type 2 B B 2, von der für die Reichsbahn 35 Stück im Bau sind. Die vorgenannten Anordnungen arbeiten mit Gestänge, eine unangenehme Zugabe für den Elektriker. Am einfachsten gestaltet sich für Lokomotiven die Bauart AAA + AAA mit Tatzenlagermotoren, doch ist als Nachteil die geringe Anker-Umfangsgeschwindigkeit von nur 40 m/Min. gegenüber 50—60 m/Min. bei den andern Ausführungen und die Unzugänglichkeit der Motoren anzuführen. Gestreift wurden der Buchli- und der Westinghouse-Antrieb; ersterer eignet sich wegen der hohen Lage des Motors für Schnellzuglokomotiven, hat aber den Nachteil, dafs die Übersetzungsverhältnisse beschränkt und die Lagerdrücke hoch sind. In Österreich und Frankreich findet man noch Antriebe mit senkrecht stehender Motor-Ankerwelle und Kegelradübersetzung.

Weiters wurden die Entwürfe für Lokomotiven von 2000 kW Dauerleistung für Güter-, Personen- und Schnellzüge besprochen. Bei den Güterzuglokomotiven ist die Bauform 1 C C 1 oder 1 C + C 1 mit Antrieb durch Doppelmotoren und Blindwellen, wie oben gekennzeichnet, bei den Schnellzuglokomotiven die Bauform 2 B B 2 und 2 AAAA 2 mit Antrieb »Achsmitten gleichhoch« gewählt.

Zum Schlufs wurden noch die Umformerlokomotiven erwähnt, die für Leistungen über 2000 kW in Frage kommen und auf denen durch Spalttransformatoren der Einphasenstrom in Drehstrom für die Motoren umgeformt wird; auch kann durch Gleichrichteranlagen der Drehstrom in Gleichstrom von 1500 V zum Antrieb der Motoren umgewandelt werden. Vereinheitlichung der Ausrüstung würde ein gewaltiger Schritt auf dem Entwicklungsweg der elektrischen Lokomotiven sein; Leistungsreihen der Motoren zu 250, 350, 500, 700 usw. kW wurden in Vorschlag gebracht, mit denen man sämtliche Lokomotiven in den gewünschten Stärken aufstellen kann.

Es folgten die Berichte von Sektionschef Dittes, Wien, über die Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen*) und von Ing. Burlett Bern, über die Elektrisierung der Schweizer Bundesbahnen*). Der Stand der Arbeiten auf den zur Elektrisierung beschlossenen Strecken wurde beschrieben. Die Stromversorgung erfolgt aus Wasserkraftwerken. In Österreich dienen der Energieversorgung der Linien westlich von Innsbruck das Ruetzwerk, das hauptsächlich die Grundbelastung aufzunehmen hat, und das Spullerseewerk, das ein ausgesprochenes Speicher- und Spitzenwerk ist. Beide Werke sind durch eine 55 000 V-Übertragungsleitung verbunden. Die Streckenausrüstung weist je nach der ausführenden Firma verschiedene Anordnungen auf; drehbare Ausleger an den Masten, einfache Isolation gegen Erde, metallisierte Schienenenden für die Schienenverbindung sind als Neuerungen angewandt. Von den elektrischen Lokomotiven sind drei Typen bereits in Betrieb, darunter zwei Stück Einphasen-Umformerlokomotiven 1D1 und 1E, 2000 PS, 15 000 V Fahrdrahtspannung mit Spaltumformer. Die Vorteile des elektrischen Betriebs haben sich bisher in der Verkürzung der Fahrzeit bei gleichzeitiger Erhöhung der Zuglasten ergeben.

Bei den Schweizer Bahnen ist die Elektrisierung bedeutend voran gekommen; allein von den Bundesbahnen sind 542 km in Betrieb und 237 km im Bau, dies ist ungefähr die Hälfte des 1570 km umfassenden Netzes, die aber mit 70 % am gesamten Kohlenbedarf der Bahn beteiligt ist. Die Bundesbahnen haben ihre eigene Stromerzeugung in vier Kraftwerken, von denen zwei in Betrieb, die andern beiden im Bau sind. Die Kosten für diese vier Werke stellen sich auf 162 Millionen Fr. Die Jahreskosten werden 12 Millionen Fr. betragen, wovon 12 % auf Personal und Unterhaltung, 68 % auf die Verzinsung, 13 % auf Erneuerung und 7 % auf Tilgung entfallen. Die kWh soll 5 Ct. kosten, beträgt aber zur Zeit wegen nur 35 %iger Ausnützung 10 Ct. Die Berner Alpenbahnen beziehen fremden Strom und zahlen nur 6,3 Ct./kWh.

Aus dem Vortrag des Ministerialrats Wechmann über Betrieb auf elektrischen Hauptbahnen ergab sich, dafs nach Betriebskostengegenüberstellungen für Dampf- und elektrischen Betrieb der letztere das für ihn auf den schlesischen Gebirgsbahnen aufgewendete Anlagekapital mit 10,6 % verzinst. Auf der schlesischen Hauptstrecke Brockau—Liegnitz—Arnsdorf wäre sogar eine Verzinsung des Anlagekapitals für elektrischen Betrieb zu 13,8 % zu erwarten. Ganz bedeutend werden aber die Ersparnisse bei einer Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen sein; die Betriebs-

*) Bearbeitet von Regierungsbaumeister Przygode.

*) Vergl. die Aufsätze Seite 211 und 218 in Heft 9/10.



kosten stellen sich jetzt im Dampfbetrieb zu 3,13 ℳ je 1000 Platzkilometer, während der elektrische Betrieb bereits bei 30 Zügen in der Stunde auf der Stadtbahn nur 1,65 ℳ je 1000 Platzkilometer erfordert. Im elektrischen Betrieb kann man die Zugfolgezeit verkürzen und die Zugzahl auf der Stadtbahn von 24, der heutigen Höchstzahl im Dampfbetrieb, auf 40 Züge in der Stunde erhöhen. Dazu kommt die Vergröſserung des Fassungsvermögens der Züge, womit sich die Gesamtsteigerung zu 125% ergibt. Die Berliner Nahbahnen brauchen heute 227 000 t Steinkohlen im Jahr, die bei Zuleitung des auf Braunkohlenfeldern erzeugten elektrischen Stromes eingespart werden können. Erst bei Anpassung des Fahrplans einer Strecke treten die Vorzüge des elektrischen Betriebs in volle Erscheinung. Die elektrische Lokomotive kann bedeutend gesteigerte Leistungsmengen aus der Fahrleitung aufnehmen, wobei allein die Erwärmung der Motoren den Höchstwert bestimmt. Messungen haben ergeben, daſs die elektrischen Lokomotiven insbesondere auf Steigungen mit bemerkenswerten Geschwindigkeiten die Züge befördern, ohne Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit. Bei einer Steigerung der Geschwindigkeit der Güterzüge von 30 auf 45 km|Std. erhöhen sich die Betriebskosten im Dampfbetrieb um $3^1/_4$%, im elektrischen Betrieb um 0,9%; die Zahl der Züge kann infolge der Geschwindigkeitssteigerung im elektrischen Betrieb von 88 auf 110 pro Stunde, d. h. um 25% gesteigert werden.

Baurat Pforr stellte in seinem Vortrag »Die Aussichten der elektrischen Zugförderung« auf den Eisenbahnen eine Vergleichung für die weitere Entwicklung des Betriebs zwischen Dampf- und Öllokomotiven und dem elektrischen Betrieb an. Die Überlegenheit der elektrischen Lokomotive liege vor allem auf wirtschaftlichem Gebiet, die selbst bei Erzeugung der elektrischen Energie mit Dampfkraftanlagen gegeben sei, da in ortsfesten Anlagen, die mit allen Verbesserungen der Neuzeit ausgestattet und mitten im Kohlengebiet errichtet werden können, nur etwa halb soviel Wärme für eine bestimmte Leistung aufgewendet werden muſs als in Dampflokomotiven. Die Turbinenlokomotive sei wohl hauptsächlich für lange Strecken mit wenig Steigungsverschiedenheiten und für seltenes Anhalten geeignet, also nur unter besonderen Verhältnissen vorteilhaft. Eine wesentlich bessere Wärmeausnützung sei zwar der Diesellokomotive zu eigen, doch benütze diese einen erheblich teureren Brennstoff und besitze auch die in der Kraftübertragung liegenden Schwierigkeiten. Aber auch hinsichtlich der Entwicklung zu gröſster Leistung stehe die elektrische Lokomotive voran, da der Dampflokomotive durch die Lichtraumumgrenzung wesentlich engere Grenzen gezogen seien. Allerdings stehen den Vorteilen der elektrischen Lokomotive die hohen Beschaffungskosten der elektrischen Ausrüstung gegenüber. Nach den Berechnungen des Vortragenden müssen auf 1 km mindestens jährlich 250 000 kWh verbraucht werden, ehe an die Einführung des elektrischen Betriebs gedacht werden kann.

Sektionschef Oefverholm-Stockholm sprach über Einrichtung für Bahnfernmeldeleitungen längs der Wechselstromleitungen und berichtete über Untersuchungen an verschiedenen Wechselstromstrecken in Schweden. Das Ergebnis ist, daſs zur Vermeidung von induktiven Störungsspannungen bei Wechselstrombahnen eine isolierte Rückleitung benutzt werden muſs. Die Fernmeldeleitungen können dann in Kabel in den Bahndamm verlegt werden, ohne daſs darin Störungsspannungen entstehen; Luftleitungen, selbst 100 m und mehr vom Bahnkörper entfernt verlegt, bieten nicht die gleiche Betriebssicherheit. Gleichzeitig ergeben sich als Vorteile, daſs die Saugtransformatoren, welche in Abständen von 3 km in die Rückleitung eingeschaltet sind, zur vollen Wirkung kommen und für das Bahnpersonal jegliche Gefährdung ausgeschlossen ist.

Weitere Sonderfragen, die auf diesem Gebiete behandelt wurden, waren die Fahrleitungen und die Fernleitungen. Der erstere von Oberregierungsbaurat Naderer verfaſste Vortrag wurde an dessen Stelle von Regierungsbaurat Michel gehalten*). Er behandelte zunächst allgemein die verschiedenen Stromzuführungsarten und schilderte sodann die bei der D. R. B. auf Grund der Erfahrungen im letzten Jahrzehnt ausgebildete Einheitsfahrleitung für Einphasen-Wechselstrom von 15000 V Betriebsspannung, bei der der Fahrdraht — Kupfer von kreisförmigem Querschnitt mit Rillen — alle 12,5 m an dem festgelagerten Tragseil aufgehängt ist und selbsttätig gespannt wird. Auf der freien Strecke ist das Kettenwerk der Fahrleitung an seitlichen Ständern in 70 bis 80 m Entfernung mit Auslegern, in den Stationen neuerdings an Querseilen, die vier bis acht und mehr Gleise überspannen, aufgehängt.

Über Fernleitungen verbreitete sich Oberbaurat Kallir, Wien. Er gab wertvolle Mitteilungen über die Beanspruchung der Leitungen bei Verwendung von Kupfer und Aluminium als Baustoff. Besonders eingehend behandelte er die Frage der Wind- und Eisbelastung, wobei er Vergleiche zwischen verschiedenen elektrischen Vorschriften anstellte. An zahlreichen Lichtbildern zeigte er den Baustand der Fernleitungen in Österreich, vor allem der Leitungen über den Arlberg, und besprach dabei die Frage der Isolatoren und die Grundsätze für die Konstruktion der verschiedenen Maste aus Eisen und Beton.

Auſser den Vorträgen bot die Tagung den Teilnehmern noch eine Reihe interessanter Vorführungen, Versuchsfahrten und Besichtigungen. Der bedeutsamste Versuch war die Vorführung der Leistungen der Kunze-Knorr-Schnellzugbremse, bei der durch einen Bremsdruckregler der Bremsdruck entsprechend dem mit der Geschwindigkeit wechselnden Reibungswert eingestellt wird, um die Verzögerung möglichst groſs, den Bremsweg selbst bei den höchsten Geschwindigkeiten möglichst klein zu machen. Bei den Versuchen, die mit einem auſserordentlich langen und schweren Zug (23 vierachsigen D-Zugwagen von 1035 t Gewicht ohne Lokomotive) auf der Strecke Berlin—Belzig angestellt wurden, wurde bei einer Schnellbremsung aus 102 km/Std.-Geschwindigkeit ein Bremsweg von 540 m erreicht; die Steuerventile waren hierbei jedoch in der Stellung für gewöhnliche Personenzüge. Auf der Rückfahrt wurde an einem auf 15 D-Zugwagen von 661 t Gesamtgewicht verringerten Wagenzug die Wirkung der »Schnellzugbremse« gezeigt. Mit dieser gelang es, aus einer Geschwindigkeit von 121 km den Zug auf einem Bremsweg von 640 m — also innerhalb der Signalstrecke von 700 m — zum Stillstand zu bringen. Sämtliche Bremsungen, die vorgenommen wurden, verliefen ohne jede Stöſse. Dazu trug allerdings auch bei, daſs die Wagen mit Reibungspuffern ausgerüstet waren. Nach Beendigung der Versuchsfahrten bei Ankunft in Seddin wurde den Teilnehmern an einem Probezug aus Groſsgüterwagen die Scharfenbergkupplung in ihrer Wirkungsweise vorgeführt.

Eine andere Versuchsfahrt bezweckte, den Teilnehmern zu zeigen, daſs das Problem der telephonischen Verständigung vom fahrenden Zug aus gelöst und auf diese Weise eine weitere Stufe auf dem Gebiet der Fernsprechtechnik erreicht ist.

Die Tagung fand ihren Abschluſs mit Worten uneingeschränkter Anerkennung, die Staatssekretär Kumbier den Veranstaltern widmete und worin er auf den auſserordentlichen Erfolg hinwies.

*) Siehe Heft 9/10, Seite 197.

Zur Gestaltung der Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen.

Von Regierungsbaurat Dr. Ing. **Adalbert Baumann**, Karlsruhe.

Die wissenschaftliche Erforschung der Vorgänge, die sich bei der Bewegung von Eisenbahnwagen durch Schwerkraft auf geneigten Gleisen vollziehen, und der Widerstände, die dieser Bewegung entgegenwirken, hat nach der Anregung durch Ammanns Veröffentlichung*) »Die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen usw.« in den letzten Jahren starke Fortschritte gemacht und ihren Niederschlag in zahlreichen Aufsätzen des Fachschrifttums**) gefunden. In den letzten gröfseren Gliedern dieser Aufsatzreihe, Frölichs »Rangieranlagen« und Müllers »Graphische Dynamik«, sind die Ergebnisse der wichtigeren Untersuchungen auf dem genannten Gebiet zusammengefafst als Grundlagen für die richtige Gestaltung der als Ablauframpen oder Ablaufberge bekannten Anlagen, die auf den Verschiebebahnhöfen eine so wichtige Rolle spielen.

Als wesentlichste Gestaltungsgrundlagen sind danach die Leistungsberechnungen erkannt: sie bestehen in einer rechnerisch oder zeichnerisch durchzuführenden räumlichen und zeitlichen Verfolgung jedes Wagens (bzw. jeder Wagengruppe) während des ganzen Wegs vom Beginn der Ablaufbewegung bis zum Halt in der Ordnungsgruppe. Auf Grund der Berechnung ist dann eine solche Gestaltung der Anlage möglich, dafs sich die ablaufenden Wagen zwischen dem Ablaufbeginn und dem Verlassen der Weichenzone beim Einlauf in die Ordnungsgleise gegenseitig nicht stören.

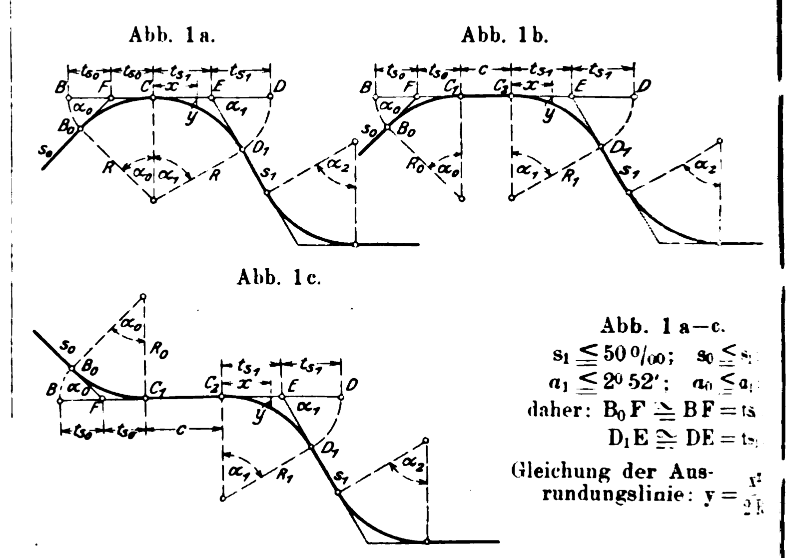
Nach der hier nur kurz und allgemein gefafsten Kennzeichnung der Leistungsberechnungen ist es klar, dafs die Bestimmung der Stelle, an der die Ablaufbewegung beginnt, wichtig ist. Dieser Bestimmung dient die Müllersche Abhandlung »Einflufslinien« (Quelle c); sie enthält ein graphisches Verfahren, das bei jeder Berechnung einer Ablaufanlage die gesuchte Stelle ermitteln läfst.

Bei der Anwendung des Verfahrens treten nun gewisse Abhängigkeiten hervor, die zwischen dem Laufwiderstand des ablaufenden Wagens, dem Wagenachsstand und der Gestalt der Ablaufanlage — wie Neigungsverhältnisse, Ausrundung der Neigungsbrechpunkte, Vorhandensein einer Scheitelwagrechten — zu bestehen scheinen. Es lag nahe, diesen Abhängigkeiten auf mathematischen und geometrischen Wegen nachzugehen und zu versuchen, ob sich nicht wenige, in ihren Voraussetzungen rasch erkennbare Fälle herausschälen und in Formelwerten zusammenfassen liefsen. Mit ein leitender Gedanke war dabei, durch diese Formelwerte eine allgemeine klare Beurteilung der günstigsten Gestalt der eigentlichen Ablaufstelle, des Bergscheitels, zu ermöglichen; das graphische Verfahren ermöglicht eine solche nur für den jeweils betrachteten Sonderfall.

Gedankengang und Ergebnisse der zu dem genannten Zweck vorgenommenen Untersuchungen seien in der folgenden Abhandlung entwickelt.

A. Allgemeines über die Gestalt der Ablaufanlagen.

Zum Ablauf werden die zu zerlegenden Züge aus Gleisgruppen herangeführt, die entweder tiefer oder höher als die Stelle liegen, an der die ablaufenden Wagen aus der gebundenen Zuführungsgeschwindigkeit des Zuges nach dem Entkuppeln in die durch Schwerkraft beschleunigte Eigenbewegung übergehen. Demnach hat diese »Zerlegungsstelle« im Längenschnitt die Formen der Abb. 1a, 1b oder 1c; Abb. 1a zeigt einen Ablaufberg mit ununterbrochener Scheitelausrundung, Abb. 1b einen Berg mit eingeschalteter Scheitelwagrechten, Abb. 1c eine Ablauframpe, die auch als Abrollkopf oder Abrollgleis bezeichnet wird.



Von den bei den dreierlei Anlagen zur Anwendung kommenden Neigungen schwankt die Zuführungsneigung s_0 (vergl. die Abb. 1) als Steigung bei Ablaufbergen zwischen 2,5 und 25 ‰, als Gefälle bei Abrollköpfen zwischen 6 und 10 ‰. Das Ablaufgefälle s_1 beträgt bei Ablaufbergen wie bei Abrollköpfen älterer Bauart mindestens 20 ‰, bei solchen neuzeitlicher Art 35 bis 50 ‰*).

Die Brechpunkte zwischen den Neigungen, kurz Neigungswechsel genannt, müssen ähnlich wie die in der Schienenkopfebene liegenden Richtungswechsel ausgerundet werden. Dabei werden bisher Unterschiede in dem Mafs der Ausrundungshalbmesser gemacht, je nachdem es sich um konvexe oder erhabene Neigungswechsel (Übergänge in schwächere Steigung oder in stärkeres Gefäll) oder um konkave oder hohle Wechsel (Übergänge in stärkere Steigung oder in schwächeres Gefäll) handelt. In erhabenen Neigungswechseln werden Halbmesser von 200 bis 400 m, in hohlen solche von mindestens 500 m angewandt: für die letzteren wird sogar ein Mafs von 1000 m empfohlen**). Neuere Erörterungen scheinen jedoch zu zeigen, dafs weder bauliche oder betriebliche noch fahrzeugtechnische Gesichtspunkte eine unterschiedliche Behandlung erhabener und hohler Übergänge genügend begründen***). Man wird also im Lauf dieser Abhandlung auch gleichmäfsige Ausrundung beider Arten von Neigungswechseln in Betracht zu ziehen haben.

*) Verkehrstechn. Woche 1911, Nr. 41/45.

**) Als hier verwendete Quellen seien genannt:
a) Dr. Ing. Frölich, „Rangieranlagen und ihre Bedeutung usw.“, 1918 in Kreidels Verlag.
b) Wenzel, „Zur Berechnung von Ablaufanlagen“, Verkehrstechn. Woche 1922, Nr. 34/35.
c) Dr. Ing. Müller, „Einflufslinien zur Ermittelung der Ablaufpunkte usw.“, Zentralblatt der Bauverwaltung 1921, Nr. 57.
d) Derselbe, „Die graphische Dynamik der abrollenden Wagen“, Verkehrstechn. Woche 1922, Nr. 36, 39/40.
e) Dr. Ing. Ammann, „Über die Ausgestaltung der Verschiebebahnhöfe“, Verkehrstechn. Woche 1919, Nr. 28/34.
Ferner sei auf f) „Verschiebebahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb“, Sonderheft der Verkehrstechn. Woche 1922, sowie auf die darin enthaltenen ausführlichen Fachschriftennachweise (Seite 68 u. ff. und Seite 58 Fufsnote) hingewiesen.

*) Eingehendes über die Neigungen und ihre Einwirkung auf Leistung und Kosten der Ablaufanlagen findet man bei: Cauer, Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1912, Seite 292 bis 294; Blum, Verkehrstechn. Woche 1908/9, Seite 737 und 753; Frölich, Quelle a, Seite 51/52; Wenzel, Quelle b, Seite 373, 2. Spalte, Ziffer 1; Müller, Quelle d, Seite 386, 2. Spalte, sowie Verkehrstechn. Woche 1922, Nr. 2.

**) Quelle d, Seite 386.

***) Der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen beabsichtigt, einheitliche Grenzmafse für die Ausrundungshalbmesser von Neigungswechseln festzusetzen. Vor endgültigem Urteil bleibt das Ergebnis der dazu eingeleiteten Untersuchungen abzuwarten.



Aufser Neigung und Ausrundung der Neigungswechsel hat bei Ablaufanlagen noch ihre Ausstattung mit Scheitelwagrechten eine Bedeutung; sie wird vielfach als für einen raschen, leistungsfähigen Ablaufbetrieb erforderlich erachtet. Für die Länge dieser Wagrechten bestehen weder nach oben noch nach unten aus der Praxis oder theoretisch abgeleitete Grenzwerte. Die Grundlagen dafür zu ermitteln gehört daher zu der hier gestellten Aufgabe, so dafs vorerst ein näheres Eingehen auf die Scheitelwagrechten erübrigt.

B. Die Bestimmung der Ablaufpunkte.

Den Ausführungen über die Bestimmung der Ablaufpunkte vorangehen mufs zunächst eine klare Bestimmung des Begriffs »Ablaufpunkt«, d. h. der Stelle, an der die Ablaufbewegung beginnt.

Das von Müller in Quelle c abgeleitete graphische Verfahren geht darauf aus, für alle bei den Berggestalten nach Abb. 1a und 1b vorkommenden Fälle von Wagenabläufen den Punkt des Ablaufberges zu ermitteln, über dem sich der Hinterpuffer eines ablaufenden Wagens oder einer Wagengruppe vom Vorderpuffer des nächsten am Zug bleibenden Wagens löst. Diesen Punkt nennt Quelle c »Ablaufpunkt« im Gegensatz zu der Bezeichnung von Frölich*), Wenzel**) und zu späteren Angaben von Müller***): sie verstehen jeweils unter Ablaufpunkt den Punkt, über dem der Schwerpunkt des ablaufenden Wagens bzw. einer Gruppe in die durch die zunehmende Neigung beschleunigte Bewegung gerät. Dieser wohl mit mehr Recht auch hier als Ablaufpunkt angesehene Punkt liegt also bei Einzelwagen um die halbe Wagenlänge, bei Wagengruppen um den Abstand vom Gruppenende bis Gruppenschwerpunkt in der Ablaufrichtung verschoben weiter als nach der ersten Bezeichnung in Quelle c, Seite 356/358. Die Verwendbarkeit des Einflufslinienverfahrens wird hierdurch natürlich nicht berührt; zur Ausschaltung von Mifsverständnissen erscheint aber der Hinweis auf die bisher verschiedene Deutung des Begriffs Ablaufpunkt angebracht.

Sieht man aufserdem von dem nicht wahrscheinlichen Fall ab, dafs an einer Ablaufanlage nur Wagen-Gruppen zur Behandlung kommen, und betrachtet als stets gegebenen ungünstigsten Fall den Ablauf von Einzelwagen, — was zulässig erscheint, weil bei der ebenfalls ungünstigen Wagenfolge »Einzelschlechtläufer-Gutläufergruppe« der gröfsere Schwerpunktsabstand der beiden Ablaufgruppen die Wirkung des kleineren Widerstands der Gutläufergruppe meist wieder aufheben dürfte —, so bietet die Verbindung von Ablaufpunkt und Wagenschwerpunkt auch die Möglichkeit zu einfacher formelmäfsiger Umwertung und Auswertung des Einflufslinienverfahrens.

Dazu sei zunächst entsprechend Quelle c, Seite 356 die Grundlage der Ablaufpunktbestimmung mit Einflufslinien hier kurz erläutert:

»Wird ein Zug mit gleichförmiger Zuführungsgeschwindigkeit über einen Ablaufberg bewegt, so trennt sich der entkuppelte erste Wagen infolge seiner Schwerkraft in dem Augenblick von dem übrigen Zugteil, wenn die auf die erste Achslast wirkende Gefällkraft Z gröfser wird als die in der zweiten Achslast wirksame Steigungskraft W. Im Ablaufpunkt ist also Z = W.

Gefäll- und Steigungskräfte ergeben sich aus den Abb. 2a und 2b†): Die Achslast G auf einem Ablaufgefälle s (Abb. 2b) wird in eine Seitenkraft S in Richtung der Fahrbahn und in eine Kraft N senkrecht dazu verlegt. $S = G \cdot \sin \alpha$ und $N = G \cdot \cos \alpha$. Da α sehr klein ist, kann $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = s^0/_{00}$ und $\cos \alpha = 1$ gesetzt werden. Es ist also $S = G \cdot s$ und $N = G$. Die Normalkraft $N = G$ ruft den Laufwiderstand K bei der Bewegung hervor, der sich mit der Widerstandszahl $w_o = \operatorname{tg} \varphi$*) ergibt zu $K = N \cdot \operatorname{tg} \varphi = G \cdot w_o$. Die treibende Gefällkraft ist dann $Z = S - K = G \cdot (s - w_o)$. Entsprechend ist nach Abb. 2a die hemmende Steigungskraft einer die Steigung s hinaufrollenden Achse: $W = S + K = G\,(s + w_o)$. In der Gipfelausrundung vermindert sich die Steigungsneigung allmählich von s auf Null, die Gefällneigung wächst von Null bis s; der freie Ablauf beginnt, wenn $Z = W$ wird, d. h. im Ablaufpunkt ist $G \cdot (s_s^0 - w_o) = G \cdot (s_s^0 + w_o)$.

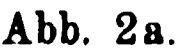
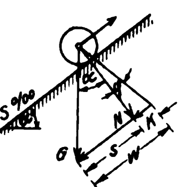
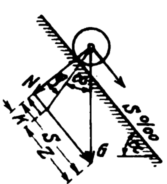


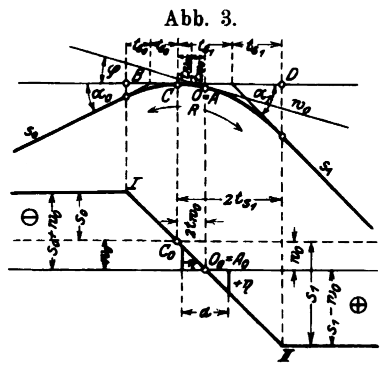
Abb. 2a. Abb. 2b.





Differenziert man nun die Gleichung der Ausrundungslinie (Abb. 1) $y = x^2 : 2R$, so ist $\frac{dy}{dx} = \frac{x}{R} = \operatorname{tg} \alpha = s^0/_{00}$, die Differentiallinie ist also eine Gerade durch den Koordinatenanfangspunkt C_0 (Abb. 3). Die Kraft S einer Last $G = 1$ t, die auf der Neigung $s^0/_{00}$ steht, ist dann mit $S = 1 \cdot s = \frac{1 \cdot x}{R}$ kg die Ordinate inbezug auf die Wagrechte durch C_0. Verschiebt man diese Wagrechte um $1 \cdot w_0$ kg (= K für $G = 1$ t) abwärts, so stellen die Ordinaten über der Wagrechten $\eta = -1 \cdot (s + w_0)$ kg und diejenigen unter der Wagrechten $\eta = +1 \cdot (s - w_0)$ kg den Einflufs der über die Ausrundung rollenden Last $G = 1$ t auf die hemmenden und treibenden Neigungskräfte W und Z dar.«

Abb. 3.



Der Gröfstwert $W = 1 \cdot (s_0 + w_0)$ wird am Anfang der Ausrundung im Abstand $-2t\,s_0$ von C_0, der Gröfstwert $Z = 1 \cdot (s_1 - w_0)$ am Ende der Ausrundung im Abstand $+2t\,s_1$ von C_0 erreicht (darin bedeuten $s_0\,^0/_{00}$ die Neigung auf der Zuführungsseite, $s_1\,^0/_{00}$ die Neigung auf der Ablaufseite, $ts_0 = \frac{R \cdot s_0}{1000 \cdot 2}$ und $ts_1 = \frac{R \cdot s_1}{1000 \cdot 2}$ die zugehörigen Tangenten an die Ausrundung); der Nullpunkt 0 der Einflufslinie hat von C_0 den wagrechten Abstand $+2t\,w_0$ $\left(= \frac{R \cdot w_0}{1000}\right)$, er entspricht dem Berührungspunkt zwischen der Ausrundungslinie und einer an diese unter dem Laufwiderstandswinkel φ angelegten Tangente. Für die an die Ausrundung anschliefsenden Neigungen s_0 und s_1 verläuft die Einflufslinie wagrecht in den senkrechten Abständen $(s_0 + w_0)$ bzw. $(s_1 - w_0)$ von der Nullinie.

Der Linienzug I—II hängt nur von der Gestalt des Ablaufberges ab. So verläuft die bei ununterbrochener gleichmäfsiger Bergausrundung ungebrochene Einflufslinie (Abb. 3 u. 5) bei einer Berggestalt nach Abb. 1b auf die Länge der Scheitelwagrechten horizontal (Abb. 6 u. 7). Bei beiderseits gleichem Halbmesser laufen die Zweige $I - C_1$ und $C_2 - II$ einander gleich gerichtet (Abb. 6), bei verschiedenen Halbmessern haben sie verschiedene Neigung (Abb. 7).

*) Quelle a, Seite 15.

**) Quelle b, Seite 363, Absatz D.

***) Quelle d, Seite 385 und 387.

†) In Abb. 2b ist Winkel α unrichtig angegeben. Der Winkel α umfafst den ganzen Winkel des Dreiecks, dessen eine dem Winkel α gegenüberliegende Seite N—G ist; Winkel φ ist also ein Teil des Winkel α.

*) $\operatorname{tg} \varphi = w_0\,^0/_{00}$ bezeichnet hier stets die Summe aller in Betracht kommenden Widerstände.

Wesentlich anders als bei Ablaufbergen wird das Bild der Einflufslinien bei Abrollgleisen (Abb. 8). Es ist nach dem Profil dieser Abrollgleise (Abb. 1 c), nach der Ableitung des Einflufslinienverfahrens für Ablaufberge und aus der Abb. 8 wohl ohne umfangreiche Besprechung verständlich, dafs bei diesen Anlagen sowohl in der Zuführungsstrecke als in der Ablaufstrecke treibende Kräfte entstehen, deren Gröfstwerte zu $Z_0 = 1 . (s_0 - w_0)$ und zu $Z_1 = 1 . (s_1 - w_0)$ werden; ihnen wirkt eine hemmende Kraft entgegen, die ihren Gröfstwert $W = 1 . w_0$ auf die Länge der Scheitelwagrechten besitzt.

Die Bestimmung der Ablaufpunkte von Einzelwagen mit dem Einflufslinienverfahren beruht nun darauf, dafs im Augenblick des Ablaufbeginns die um den Wagenachsstand voneinander entfernten Ordinaten η oberhalb bzw. unterhalb der Nullinie gleiche Gröfse haben müfsen ($W = Z$). In Quelle c ist diese zeichnerische Bestimmung näher erläutert; sie wird auch hier an einigen Beispielen kurz gezeigt werden. Hauptsächlich sollen jedoch an den durch die Abb. 3 bis 8 gegebenen Fällen die Formelwerte abgeleitet werden, die für ein einwandfreies Urteil über die vorteilhafteste Gestalt der Ablaufstelle nötig sind.

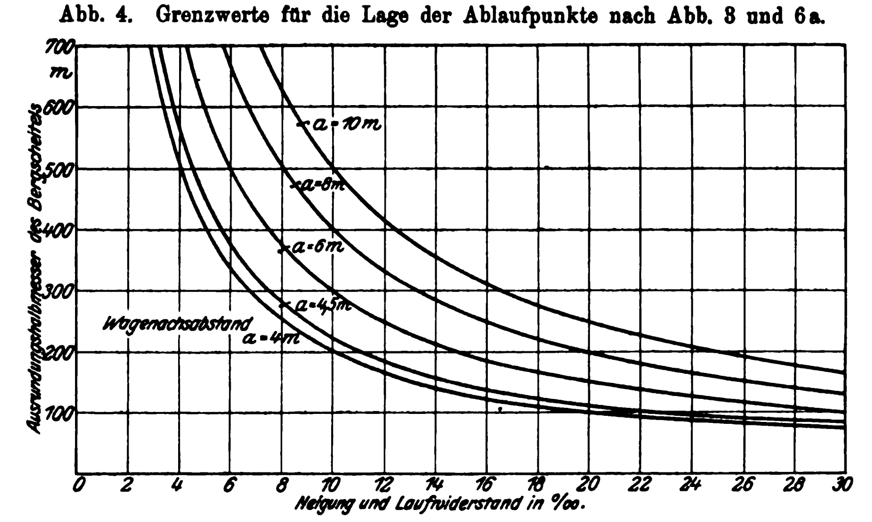
Die Lage des Ablaufpunktes A soll stets in der Ablaufrichtung gesehen durch seine wagrechte Entfernung vom Scheitel C ununterbrochener Ausrundungen und von der Grenze C_2 zwischen der Scheitelwagrechten und der Ausrundung des Ablaufgefälles angegeben werden. Erhält man bei der Auswertung der Formeln negative Werte, so liegt der Ablaufpunkt sinngemäfs rückwärts von den bezeichneten Scheitelpunkten.

a) Die Lage des Ablaufpunktes bei Bergen ohne Scheitelwagrechte.

1. Fall; Abb. 3.

Bei Ablaufbergen üblicher Neigungen und Ausrundungen steht bei Beginn der Schwerkraftwirkung meist der Wagen mit seinem ganzen Achsstand auf der Ausrundung. Dann liegen die in Abb. 3 dargestellten Verhältnisse vor: die Werte $-\eta$ und $+\eta$ sind gleichweit vom Nullpunkt der Einflufslinie entfernt. Der Wagen setzt sich in beschleunigte Bewegung, sobald seine mittlere Neigung diejenige der Laufwiderstandstangente erreicht hat: Der Ablaufpunkt A entspricht somit dem Berührungspunkt 0 zwischen Berggipfel und Laufwiderstandstangente und liegt von C um $2t\,w_0 = R . w_0 : 1000$ m entfernt.

Abb. 4. Grenzwerte für die Lage der Ablaufpunkte nach Abb. 3 und 6a.



Die Kurven bezeichnen die Mindestwerte der Gröfsen $(s_0 + w_0)$ und $(s_1 - w_0)$ bzw. w_0 und $(s_1 - w_0)$, bei deren Vorhandensein die Fälle der Abb. 3 oder 6a gegeben sind.

Voraussetzung für diesen ersten Fall ist: der ganze Achsstand a darf höchstens gleich der gesamten Länge $\overline{BD}$, der halbe Achsstand $\frac{a}{2}$ je höchstens gleich $\overline{BO}$ und OD werden. Es gilt also: $a \leqq 2t s_0 + 2t s_1$; $2(t s_0 + t w_0)$ und $2(t s_1 - t w_0)$ je $\geqq \frac{a}{2}$. Für rasche Prüfung, ob die Voraussetzung erfüllt ist, genügt die letzte Gleichung in der Form: $(s_0 + w_0)$ bzw. $(s_1 - w_0) \geqq \frac{1000\,a}{2\,R}$; die ihr bei Achsständen von 4,0 bis 10,0 m entsprechenden Grenzwerte für Neigungen und Widerstände sind aus Abb. 4 ersichtlich. Man wird daraus erkennen, dafs bei neuzeitlichen Bergen die beiden folgenden Fälle nur selten eintreten.

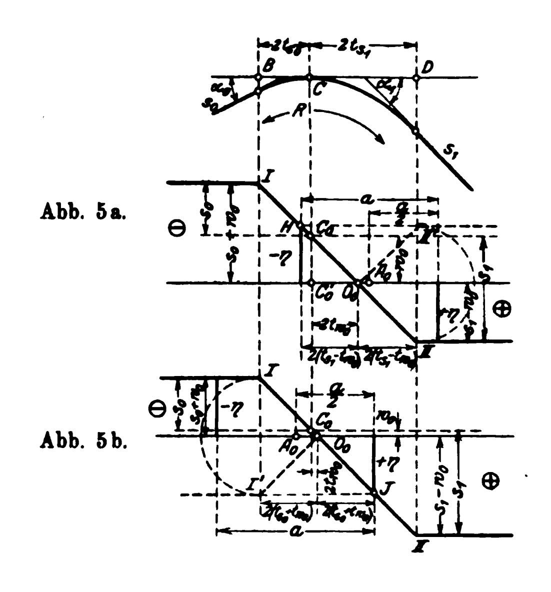
2. Fall; Abb. 5 a.

Er ist gegeben, wenn bei geringen Ablaufgefällen oder bei sehr grofsen Laufwiderständen die Beschleunigung auf einen Wagen grofsen Achsstands erst zu wirken beginnt, wenn er mit seiner ersten Achse die Ausrundungsstrecke bereits verlassen hat. Die Voraussetzungen lauten: $2(t s_1 - t w_0) < 2(t s_0 + t w_0)$ sowie $a > 4(t s_1 - t w_0)$. Der Ablaufpunkt A liegt nach Abb. 5a um $\frac{a}{2} + 4t\,w_0 - 2t\,s_1$ oder $\frac{a}{2} + \frac{R}{1000} . (2\,w_0 - s_1)$ von C entfernt.

3. Fall; Abb. 5 b.

Bei geringen Zuführungssteigungen oder kleinen Laufwiderständen kann die Beschleunigung auf Wagen mit grofsem Achsstand schon wirken, bevor die letzte Achse auf die Ausrundung gelangt; dazu mufs $2(t s_0 + t w_0) < 2(t s_1 - t w_0)$ und $a > 4(t s_0 + t w_0)$ sein. Die Entfernung $\overline{CA}$ wird $4t\,w_0 + 2t\,s_0 - \frac{a}{2} = \frac{R}{1000} . (s_0 + 2\,w_0) - \frac{a}{2}$.

Um in den beiden letztbesprochenen Fällen $-\eta$ und $+\eta$ festzulegen, ist die Umklappung eines Teils der Einflufslinie um die Nullinie nötig (Abb. 5 a u. b). Verlängert man dann die von der Nullinie kleineren Abstand ($s_1 - w_0$ oder $s_0 + w_0$) haltende Wagrechte bis zum Schnitt mit dem längeren Zweig der geneigten Ausrundungseinflufslinie und trägt von dem so entstehenden Schnittpunkt H bzw. J die Länge des Achsstands a auf der Wagrechten auf, so ist in den auf die Nulllinie zu projizierenden Endpunkten von a die Lage von $-\eta$ und $+\eta$ bestimmt. Der Ablaufpunkt liegt in der Mitte zwischen beiden.



b) Die Lage des Ablaufpunktes bei Bergen mit einer Scheitelwagrechten.

Für die zeichnerische Ermittlung der Ablaufpunkte bei Bergen mit Scheitelwagrechte sind ähnliche Umklappungen der

Einflufslinien erforderlich, wie sie eben besprochen wurden. Man erhält $-\eta$ und $+\eta$ in den Fällen der Abb. 6 und 7, indem man im wagrechten Abstand a gleichlaufend mit dem einen Zweig der geneigten Einflufslinie eine Gerade zieht und diese zum Schnitt mit dem andern umgeklappten Zweig bringt. Eine Wagrechte durch diesen Schnittpunkt H (oder J) liefert im Schnitt mit dem ersten Zweig den Punkt J (oder H); in den auf die Nullinie projizierten Punkten H und J ist $-\eta = +\eta$.

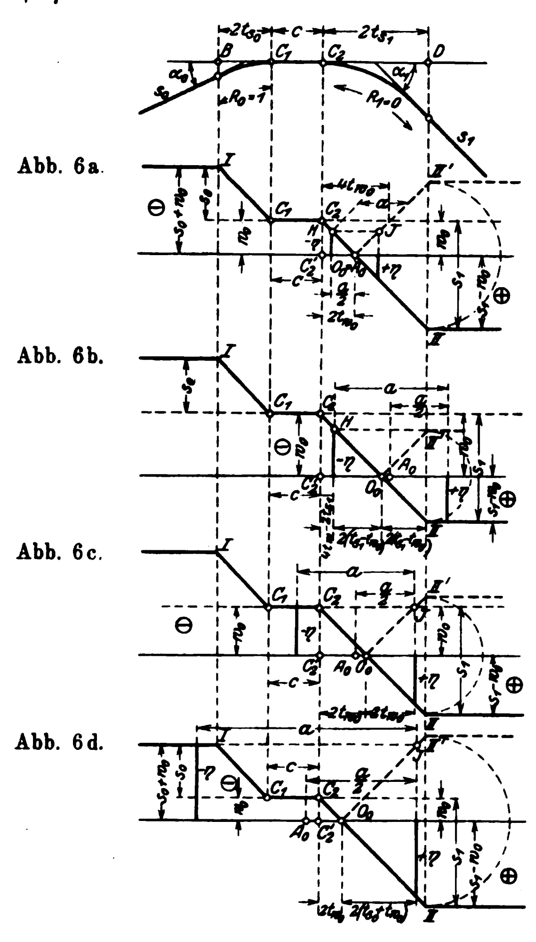


Abb. 6a. Abb. 6b. Abb. 6c. Abb. 6d.

1. Fall; Abb. 6 a.

Voraussetzung: $a \leq 4t\,w_0$; $2t\,s_1 \geq 4t\,w_0$.

Wie aus der Abbildung ohne weiteres ersichtlich, stimmt der Ablaufpunkt A mit dem Punkt O überein; $\overline{C_2A}$ ist also gleich $2t\,w_0 = \frac{R \cdot w_0}{1000}$. Die Länge c der Scheitelwagrechten ist ohne jeden Einflufs.

Der Fall ist dem ersten der Ablaufberge ohne Scheitelwagrechte ähnlich; statt dem dortigen $s_0 + w_0$ mufs jedoch hier $w_0 \geq \frac{1000\,a}{2\,R}$ sein. Die Grenzwerte für w_0 bzw. $s_1 - w_0$, innerhalb deren $A = O$ ist, können der Abb. 4 entnommen werden.

2. Fall; Abb. 6 b.

Voraussetzung: $a > 4t\,w_0$; $2t\,s_1 < 4t\,w_0$.

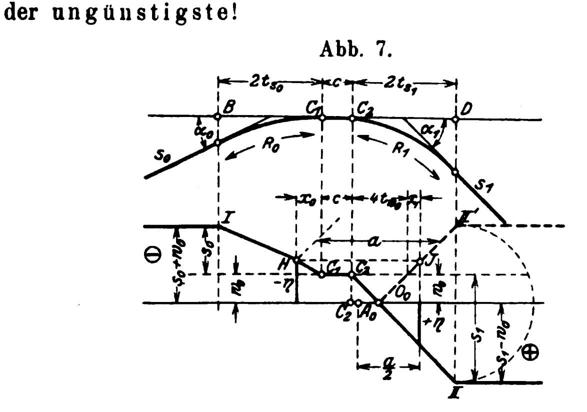
Nach der Abb. wird $\overline{C_2A} = \frac{a}{2} + 4t\,w_0 - 2t\,s_1 = \frac{a}{2} + \frac{R}{1000}(2\,w_0 - s_1)$. Der Eintritt des Falles ist an geringe Ablaufgefälle oder an grofse Laufwiderstände gebunden und dem Fall a. 2 der Abb. 5 a wesensgleich.

3. Fall; Abb. 6 c.

Voraussetzung: $a > 4t\,w_0$; $a < c + 4t\,w_0$; $2t\,s_1 > 4t\,w_0$.

Man erhält $C_2A = 4t\,w_0 - \frac{a}{2} = \frac{2\,R \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2}$. Wird auch $\frac{a}{2} > 4t\,w_0$, so wird der Wert für $\overline{C_2A}$ negativ, sodafs der Ablauf schon beginnt, während der Wagenschwerpunkt sich noch über der Scheitelwagrechten befindet; je schärfer R, je kleiner w_0, desto eher läuft der Wagen ab. Für die spätere Beurteilung der Scheitelwagrechten ist dieser Fall der ungünstigste!

Abb. 7.



4. Fall; Abb. 7.

Voraussetzung: $a > c + 4t\,w_0$; $a < 2(t\,s_0 + t\,s_1) + c$; $\frac{a}{2} \leq 2(t\,s_1 - t\,w_0)$; $\frac{a}{2} \leq 2(t\,s_0 + t\,w_0) + c$; $2\,t\,s_1 > 4\,t\,w_0$.

Der Wert für die Lage des Ablaufpunktes ergibt sich nach den geometrischen Beziehungen in dem Rechnungsgang:

$$a = c + 4t\,w_0 + x_0 + x_1;$$

$$x_0 : x_1 = R_0 : R_1;$$

$$x_1 = \frac{a - (c + 4t\,w_0)}{1 + \frac{R_0}{R_1}}.$$

Die Entfernung $\overline{C_2A}$ ist $4t\,w_0 + x_1 - \frac{a}{2}$; ist wie üblich $R_0 = R_1$, so ist $x_0 = x_1 = \frac{a - (c + 4t\,w_0)}{2}$, woraus $\overline{C_2A} = 2t\,w_0 - \frac{c}{2} = \frac{R \cdot w_0}{1000} - \frac{c}{2}$.

5. Fall; Abb. 6 d.

Voraussetzung: $a > c + 4\,t\,w_0$; $a \geq c + 4(t\,s_0 + t\,w_0)$; $2\,(t\,s_0 + t\,w_0) < 2\,(t\,s_1 - t\,w_0)$.

Der Abstand $\overline{C_2A}$ wird $2\,t\,s_0 + 4t\,w_0 - \frac{a}{2} = \frac{R_1 \cdot s_0 + 2\,R_1 \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2}$. Kleine Zuführungssteigung und kleiner Laufwiderstand sind Vorbedingungen für diesen seltenen Sonderfall. (Wenn $R_0 \neq R_1$ ist, mufs darauf geachtet werden, dafs die mit $t\,s_0$ in die Formeln eingeführte Länge teilweise gleich $\frac{R_1 \cdot s_0}{2 \cdot 1000}$ und teilweise gleich $\frac{R_0 \cdot s_0}{2 \cdot 1000}$ ist. Vergl. dazu die spätere Übersicht 1.)

c) Die Lage des Ablaufpunktes an Abrollgleisen.

Befindet sich ein Wagen im Augenblick des Ablaufs von einem Abrollgleis völlig auf der Ausrundung des Ablaufgefälles oder auf dieser und auf der Scheitelwagrechten, so liegen naturgemäfs die gleichen Verhältnisse vor wie in den Fällen 1 bis 3 der Ablaufberge mit Scheitelwagrechten; die dort angegebenen Voraussetzungen und Werte für den Abstand $\overline{C_2A}$ haben also auch hier Gültigkeit.

Anders verhalten sich dagegen die Fälle an Abrollgleisen, in denen grofser Achsstand oder geringer Laufwiderstand es mit sich bringen, dafs der Wagen im Ablaufzeitpunkt auch noch auf der Ausrundung der Zuführungsneigung steht. Man mufs sich dabei vergegenwärtigen, dafs bei Abrollgleisen sowohl Ablauf- wie Zuführungsgefälle treibende Kräfte erzeugen, während hemmende Kräfte nur unter der Wirkung des Laufwiderstands entstehen; damit ergeben sich zwei Übergänge zwischen den entgegengesetzten Kräften, die sich in den Einflufslinien (Abb. 8) als Nullpunkte O_1 und O_2 in den Abständen $2t'w_0$ und $2t\,w_0$ von Beginn bzw. Ende der Scheitelwagrechten darstellen. Je nach dem Verhältnis des Achsstandes a zu der von O_1 und O_2 eingeschlossenen Strecke $c + 2(t'w_0 + t\,w_0)$ sind nun zwei weitere Lagen der Ablaufpunkte an Abrollgleisen zu unterscheiden, falls die beiden Neigungswechsel mit verschiedenen Halbmessern ausgerundet sind.

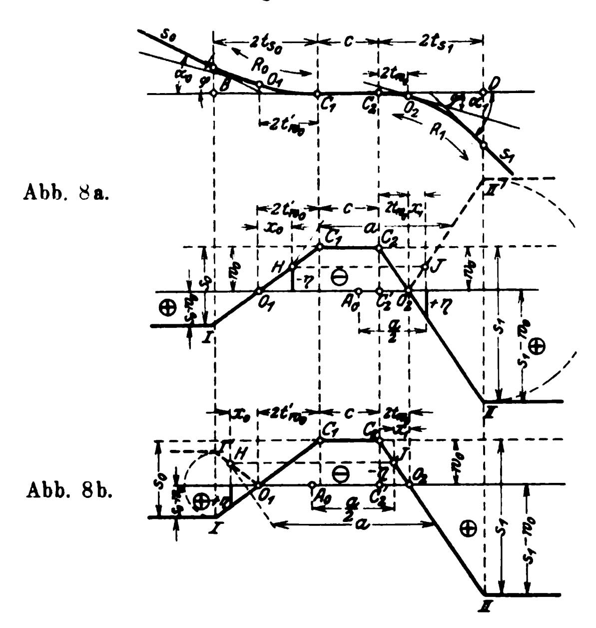


Abb. 8a.

Abb. 8b.

4. Fall; Abb. 8a.

Voraussetzung: $a > c + 4t\,w_0$; $a \leqq c + 2.(t\,w_0 + t'w_0)$; $2t\,s_1 > 4t\,w_0$.

Die Entfernung C_2A ergibt sich zu $2t\,w_0 + x_1 - \frac{a}{2}$,

worin $x_1 = \dfrac{a - c - 2(t'w_0 + t\,w_0)}{1 - \dfrac{R_0}{R_1}}$.

5. Fall; Abb. 8b.

Voraussetzung: $a > c + 2.(t\,w_0 + t'w_0)$; $a \leqq c + 4t'w_0$; $2t\,s_0 > 2t'w_0$.

Entfernung $C_2A = 2t\,w_0 - x_1 - \frac{a}{2}$, worin

$x_1 = \dfrac{c + 2(t'w_0 + t\,w_0) - a}{1 - \dfrac{R_0}{R_1}}$.

Werden in beiden Neigungswechseln gleiche Ausrundungshalbmesser verwendet, so wird $t'w_0 = tw_0$ und der Grenzwert für a beide Male $a < c + 4t\,w_0$ oder $c + 4t'w_0$. Damit ist sofort der oben besprochene Fall 3 gegeben.

Wird bei gleichen oder ungleichen Halbmessern $a > c + 4t'w_0$, so gibt es keinen eigentlichen Ablaufpunkt mehr, weil dann die treibenden Kräfte immer gröfser als die hemmenden Kräfte bleiben: die Beschleunigung wird dann bereits vor der Zerlegungsstelle wirksam. Darauf wird im nächsten Abschnitt näher einzugehen sein.

Mit den vorstehend entwickelten Formelwerten sind die bei neuzeitlichen Ablaufanlagen vorkommenden Lagen der Ablaufpunkte erfafst. Der Gebrauch der Formeln dürfte in vielen Fällen bei der Bestimmung der Ablaufpunkte mindestens ebenso rasch wie das zeichnerische Verfahren zum Ziel führen. Dies wird erleichtert durch die Übersicht 1, in der die Abstandswerte mit den Voraussetzungen für ihre Gültigkeit in den geometrischen und analytischen Ausdrücken zusammengestellt sind.

C. Die Beurteilung der Scheitelwagrechten.

Die Formelentwicklung galt vor allem der Gewinnung von Unterlagen für eine Untersuchung, welche Gestalt der für den Ablauf mafsgebenden Stelle, dem Bergscheitel, am besten zu geben sei. Diese Untersuchung ist jetzt für Ablaufberge ohne weiteres möglich; für Abrollgleise werden noch andere Überlegungen eingeschaltet werden müssen, die sich auf die geneigte Zuführungsstrecke beziehen.

Allgemein für beide Arten von Ablaufanlagen gültig läfst sich aber zunächst noch vorausschicken, dafs die gleichmäfsigste und daher günstigste Lage der Ablaufpunkte verschieden widerstandsreicher Wagen naturgemäfs erreicht wird, wenn die Neigungswechsel mit möglichst kleinen Halbmessern ausgerundet werden; denn jede der Formeln enthält ein Glied als Produkt von Laufwiderstand und Ausrundungshalbmesser, das bei den unvermeidbaren Verschiedenheiten der Wagenlaufwiderstände um so stärkeren Einflufs auf die Lage der Ablaufpunkte ausübt, je gröfser der Ausrundungshalbmesser, das um so mehr an Bedeutung verliert, je kleiner er ist.

Aus den folgenden Ausführungen, die sich auf Grund dieser Erkenntnis hauptsächlich mit den Scheitelwagrechten zu befassen haben, wird die Wirkung der Halbmessergröfse nochmals hervortreten.

a) Scheitelwagrechte an Ablaufbergen.

Um auf einfache und klare Weise zu erkennen, wie die Einschaltung von Wagrechten in Bergscheiteln wirkt, sei ein Berg angenommen, der entsprechend heutigen Ausführungsformen auf der Zuführungsseite eine Steigung s_0 von $20^0/_{00}$, auf der Ablaufseite ein Gefälle von $s_1 = 40^0/_{00}$ aufweise; er werde einmal mit ununterbrochener Ausrundung betrachtet, das andere Mal mit einer Scheitelwagrechten, die nach Abb. 6c länger als $a - 4t\,w_0$ sein soll. Als Ausrundungshalbmesser der Neigungswechsel sollen alle zwischen 0 und 1000 m in Frage kommen können.

Berechnet man nun zunächst für Wagen gleichen Achsstands a=4,5 m, aber verschiedenen Widerstands w_0=12,5, 7,5 und 2,5 kg/t die Lage der Ablaufpunkte an diesem Berge, so erhält man deren Abstände von dem Scheitelpunkt C bzw. C_2 in den Abmessungen, die an den stark gezeichneten Linienzügen der Abb. 9 abzulesen sind. Man erkennt, dafs ohne Scheitelwagrechte die Ablaufpunkte verschieden widerstandsreicher Wagen am nächsten beisammen und bei den üblichen Halbmessern von mindestens 200 m alle jenseits des Scheitelpunktes C liegen; die Einschaltung einer Wagrechten läfst infolge der geringeren Steigungskraft W die Wagen um so früher zum Ablauf kommen, je kleiner ihr Laufwiderstand ist und vergröfsert somit die gegenseitigen Abstände der Ablaufpunkte. Noch mehr ziehen sich diese auseinander, wenn statt Wagen gleichen solche verschiedenen Achsstands aufeinander folgen, wobei ja erfahrungsgemäfs meist diejenigen gröfseren Achsstands den geringeren Laufwiderstand zu überwinden haben. Das Ergebnis der entsprechenden Berechnung für Achsstände von 6,0, 8,0 und 10,0 m zeigen die schwächeren Teile der Abb. 9. Auch diesmal liegen die Ablaufpunkte bei durchgehender Ausrundung erheblich enger beisammen als bei dem mit einer Scheitelwagrechten versehenen Profil.

Übersicht 1.

Die Lage der Ablaufpunkte von Einzelwagen:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
an Ablaufbergen ohne Scheitelwagrechte:			an Ablaufbergen mit Scheitelwagrechten:			an Abrollgleisen:		
Voraussetzung für den nebenbezeichneten Abstand:		Abstand vom Bergscheitel C bis zum Ablaufpunkt A:	Voraussetzung für den nebenbezeichneten Abstand:		Abstand vom Bergscheitel C_2 bis zum Ablaufpunkt A:	Voraussetzung für den nebenbezeichneten Abstand:		Abstand vom Bergscheitel C_2 bis zum Ablaufpunkt A:
Geometrisch:	Analytisch:		Geometrisch:	Analytisch:		Geometrisch:	Analytisch:	
1. Nach Abb. 3. $a \leqq 4(ts_1 - tw_0)$, $a < 4(ts_0 + tw_0)$.	$s_1 - w_0 \geq \frac{1000a}{2R}$, $s_0 + w_0 > \frac{1000a}{2R}$.	$2tw_0 = \frac{R . w_0}{1000}$.	1. Nach Abb. 6a. $a \leq 4tw_0$, $2ts_1 \geq 4tw_0$.	$w_0 \geq \frac{1000a}{2R_1}$, $s_1 \geq 2w_0$.	$2tw_0 = \frac{R_1 . w_0}{1000}$.	1. Nach Abb. 6a. $a < 4tw_0$, $2ts_1 \geqq 4tw_0$.	$w_0 > \frac{1000a}{2R_1}$, $s_1 \geq 2w_0$.	$2tw_0 = \frac{R_1 . w_0}{1000}$.
2. Nach Abb. 5a. $a > 4(ts_1 - tw_0)$, $2(ts_1 - tw_0) < 2(ts_0 + tw_0)$.	$s_1 - w_0 < \frac{1000a}{2R}$, $s_1 - w_0 < s_0 + w_0$.	$\frac{a}{2} - 2ts_1 + 4tw_0 = \frac{a}{2} - \frac{R}{1000}(s_1 - 2w_0)$	2. Nach Abb. 6b. $a > 4tw_0$, $2ts_1 < 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $s_1 < 2w_0$.	$\frac{a}{2} - 2ts_1 + 4tw_0 = \frac{a}{2} - \frac{R_1}{1000} . (s_1 - 2w_0)$	2. Nach Abb. 6b. $a > 4tw_0$, $2ts_1 < 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $s_1 < 2w_0$.	$\frac{a}{2} - 2ts_1 + 4tw_0 = \frac{a}{2} - \frac{R_1}{1000}(s_1 - 2w_0)$.
3. Nach Abb. 5b. $a > 4(ts_0 + tw_0)$, $2(ts_0 + tw_0) < 2(ts_1 - tw_0)$.	$s_0 + w_0 < \frac{1000a}{2R}$, $s_0 + w_0 < s_1 - w_0$.	$2ts_0 + 4tw_0 - \frac{a}{2} = \frac{R}{1000}(s_0 + 2w_0) - \frac{a}{2}$	3. Nach Abb. 6c. $a > 4tw_0$, $a < c + 4tw_0$, $2ts_1 > 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $w_0 \leq \frac{1000(a-c)}{2R_1}$, $s_1 > 2w_0$.	$4tw_0 - \frac{a}{2} = \frac{2R_1 . w_0}{1000} - \frac{a}{2}$.	3. Nach Abb. 6c. $a > 4tw_0$, $a \leq c + 4tw_0$, $2ts_1 > 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $w_0 < \frac{1000(a-c)}{2R_1}$, $s_1 > 2 . w_0$.	$4tw_0 - \frac{a}{2} = \frac{2 . R_1 . w_0}{1000} - \frac{a}{2}$.
			4. Nach Abb. 7*) $a > c + 4tw_0$, $a < c + 2(ts_0 + ts_1)$, $\frac{a}{2} \leq 2(ts_1 - tw_0)$, $\frac{a}{2} \leq 2(ts_0 + tw_0) + c$, $2ts_1 > 4w_0$.	$w_0 < \frac{1000(a-c)}{2R_1}$, $R_0 . s_0 + R_1 . s_1 > 1000(a-c)$, $s_1 - w_0 \geq \frac{1000a}{2R_1}$, $R_0 . s_0 + R_1 . w_0 \geq \frac{1000(a-2c)}{2}$, $s_1 > 2w_0$.	$4tw_0 + x_1 - \frac{a}{2} = \frac{2R_1 . w_0}{1000} - \frac{a}{2} + \frac{a - \left(c + \frac{2R_1 w_0}{1000}\right)}{1 + \frac{R_0}{R_1}}$	4. Nach Abb. 8a*). $a > c + 4tw_0$, $a \leq c + 2(tw_0 + t'w_0)$, $2ts_1 > 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000(a-c)}{2R_1}$, $R_1 . w_0 + R_0 w_0 \geq 1000(a-c)$ $s_1 > 2w_0$.	$2tw_0 + x_1 - \frac{a}{2} = \frac{R_1 w_0}{1000} - \frac{a}{2} + \frac{a - c - \frac{R_0 + R_1}{1000} . w_0}{1 - \frac{R_0}{R_1}}$.
			5. Nach Abb. 6d**) $a > c + 4tw_0$, $a \geq c + 4(ts_0 + tw_0)$, $2(ts_0 + tw_0) < 2(ts_1 - tw_0)$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $(R_0 + R_1)s_0 + 2R_1 . w_0 < 1000(a-c)$ $s_0 + w_0 < s_1 - w_0$	$\frac{R_1 . s_0 + 2R_1 . w_0}{1000} - \frac{a}{2}$	5. Nach Abb. 8b*). $a > c + 2(tw_0 + t'w_0)$, $a \leq c + 4t'w_0$, $2ts_0 > 4t'w_0$.	$R_1 . w_0 + R_0 . w_0 < 1000(a-c)$, $w_0 \geq \frac{1000(a-c)}{2 . R_0}$, $s_0 > 2w_0$.	$2tw_0 - x_1 - \frac{a}{2} = \frac{R_1 . w_0}{1000} - \frac{a}{2} - \frac{c + \frac{R_0 + R_1}{1000} . w_0 - a}{1 - \frac{R_0}{R_1}}$.

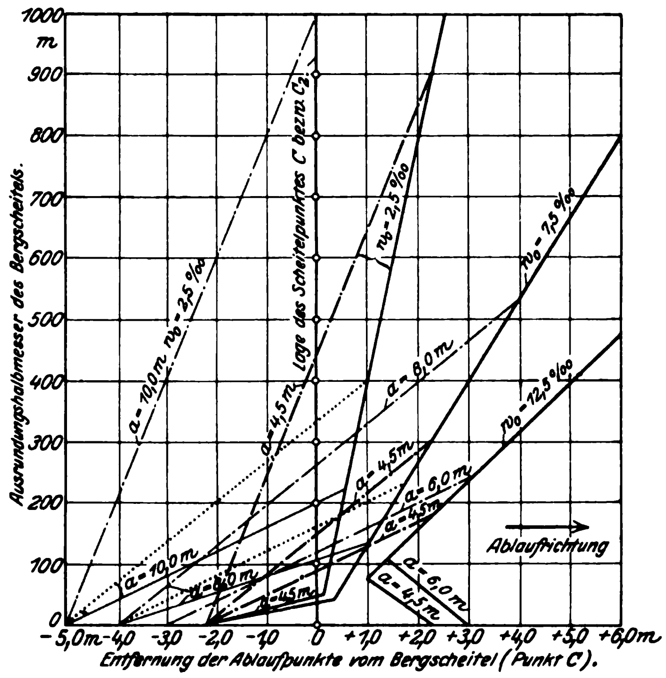
*) Die Fälle 4 und 5 sind bei Abrollgleisen nur möglich, wenn $R_0 > R_1$ ist; bei Bergen mit Scheitelwagrechten können sie sowohl bei $R_0 \geq R_1$ als auch bei $R_0 \leq R_1$ vorkommen.

**) Im Fall 5 der Ablaufberge mit Scheitelwagrechten sind die Voraussetzungen in der geometrischen Form nur bei gleichen Halbmessern brauchbar. Ist $R_0 \neq R_1$, so sind die analytischen Ausdrücke zur Prüfung zu verwenden. Die Gröfse ts_0 ist in diesem Falle nämlich teilweise $R_1 . s_0 : 2 . 1000$ statt $R_0 . s_0 : 2 . 1000$. Darauf beruht auch die abweichende Form der Abstandsformel in Spalte 6.

Bei einer dem Ergebnis der Abhandlung entsprechenden Gestaltung der Ablaufanlagen kommen nur noch die Fälle 1 bis 3 der Ablaufberge ohne Scheitelwagrechte und der Abrollgleise vor.

Die Unterschiede der Laufwiderstände sind klarer Erkenntnis zuliebe in Abb. 9 etwas gröfser angenommen als ihrem gleichzeitig möglichen Auftreten entspricht: in Wirklichkeit ist bei schlechtesten Wetter- und Windverhältnissen mit 6,5 kg/t Widerstand des guten und 13,4 kg/t des schlechten Läufers

Abb. 9. Lage der Ablaufpunkte bei einem Berg ohne und mit Scheitelwagrechte.



Erläuterung zu Abb. 9.

Berggestalt: $s_0 = 20\,^0/_{00}$, $s_1 = 40\,^0/_{00}$; $c \geq a - 4\,t w_0$

Wagenwiderstände: $w_0 = 12{,}5\,^0/_{00}$ bzw. $7{,}5\,^0/_{00}$ und $2{,}5\,^0/_{00}$.

Achsstände: $a = 4{,}5$ m und 6,0, 8,0 bzw. 10 m.

Lage der Ablaufpunkte:

——————— bei Wagen gleichen	Achsstands an Bergen	ohne	Scheitel-wag-rechte
‒ ‒ ‒ ‒ „ „ ungleichen			
—·—·—·— „ „ gleichen		mit	
‒·‒·‒·‒ „ „ ungleichen			

·········· Abweichende Lage der Ablaufpunkte bei ungleichen Achsständen, wenn an Bergen ohne Scheitelwagrechte $s_0 < 10\,^0/_{00}$.

zu rechnen. An dem praktischen Ergebnis der Abb. 9 ändert dies jedoch nichts. Die Tatsache bleibt bestehen, dafs die Einschaltung von Scheitelwagrechten dem Ablauf des an und für sich schon durch geringeren Widerstand bevorzugten guten Läufers weitere Vorteile bringt, die dem schlechten Läufer versagt bleiben. Infolge des so beschleunigten Ablaufs des guten Läufers vermindern sich nun von vornherein die zum Ausgleich der verschiedenen Laufzeiten nötigen Raum- und Zeitabstände zwischen voranlaufendem schlechten und folgendem guten Läufer, es wird also eine Ermäfsigung der Abdrückgeschwindigkeit und damit eine geringere Leistung der ganzen Ablaufanlage erzwungen. Scheitelwagrechte erzielen künstlich gröfseres Streuen der Ablaufpunkte und begünstigen damit einen Zustand, nach dessen Beseitigung man andererseits schon lange mit teilweise kostspieligen Mitteln, wie z. B. mit der Frölichschen »Gipfelbremse« strebt.

Die Unterbrechung der Scheitelausrundung durch eine Wagrechte erscheint demnach unzweckmäfsig; mufs aus irgendwelchen Gründen — z. B. für niederen Sommerberg neben hohem Winterberg — reichliche Entwicklungslänge überwunden werden, so bietet die Ermäfsigung der Steigung auf der Zuführungsseite, wenn nötig zusammen mit der Anwendung gröfserer Ausrundungshalbmesser, unter Beibehaltung der ununterbrochenen Ausrundung günstigere Vorbedingungen für den Ablaufbetrieb, als sie sich durch eine Scheitelwagrechte erzielen lassen. Das zeigen die in Abb. 9 noch eingezeichneten Lagen der Ablaufpunkte bei einer auf $10\,^0/_{00}$ ermäfsigten Zuführungssteigung: bei gleichen Achsständen bleiben die Ablaufpunkte unverändert; bei ungleichen Achsständen beginnen sie sich auseinanderzuziehen, sobald der Ausrundungshalbmesser unter 400 m gewählt wird; doch bleiben die Abstände zwischen den Ablaufpunkten verschieden widerstandsreicher und langer Wagen stets wesentlich kleiner als an Bergen mit Scheitelwagrechten. Bei den letzteren verlegt sich eben der Ablaufpunkt nicht nur mit anderem Laufwiderstand, sondern auch mit anderem Achsstand der Wagen, während bei ununterbrochener Ausrundung verschiedene Achsstände nur bei dem Zusammentreffen von kleinen Halbmessern (oder kleinen Centriwinkeln der beiderseitigen Neigungen), grofsen Achsständen und kleinen Laufwiderständen eine auch dann noch mäfsige Wirkung auf die Verschiebung der Ablaufpunkte haben.

b) Scheitelwagrechte an Abrollgleisen.

1. Zweck und Wirkung der Wagrechten.

Hat man aus dem eben Dargelegten auch erkannt, dafs Scheitelwagrechte für den Ablaufbetrieb nicht günstig sind, so lassen sie sich an Abrollgleisen doch nicht vermeiden, weil sie hier einen bestimmten Zweck erfüllen: sie wirken hemmend auf den vordersten Wagen oder den vordersten Teil des auf der geneigten Zuführungsstrecke zur Abrollstelle heranrückenden Zuges und ermöglichen, dafs die infolge der Hemmung lockerer werdenden Kupplungen bei dem Ablauf von Einzelwagen ohne künstliche Hilfsmittel, bei dem Ablauf von Gruppen unter geringer Inanspruchnahme von Hilfsmitteln abgehängt werden können.

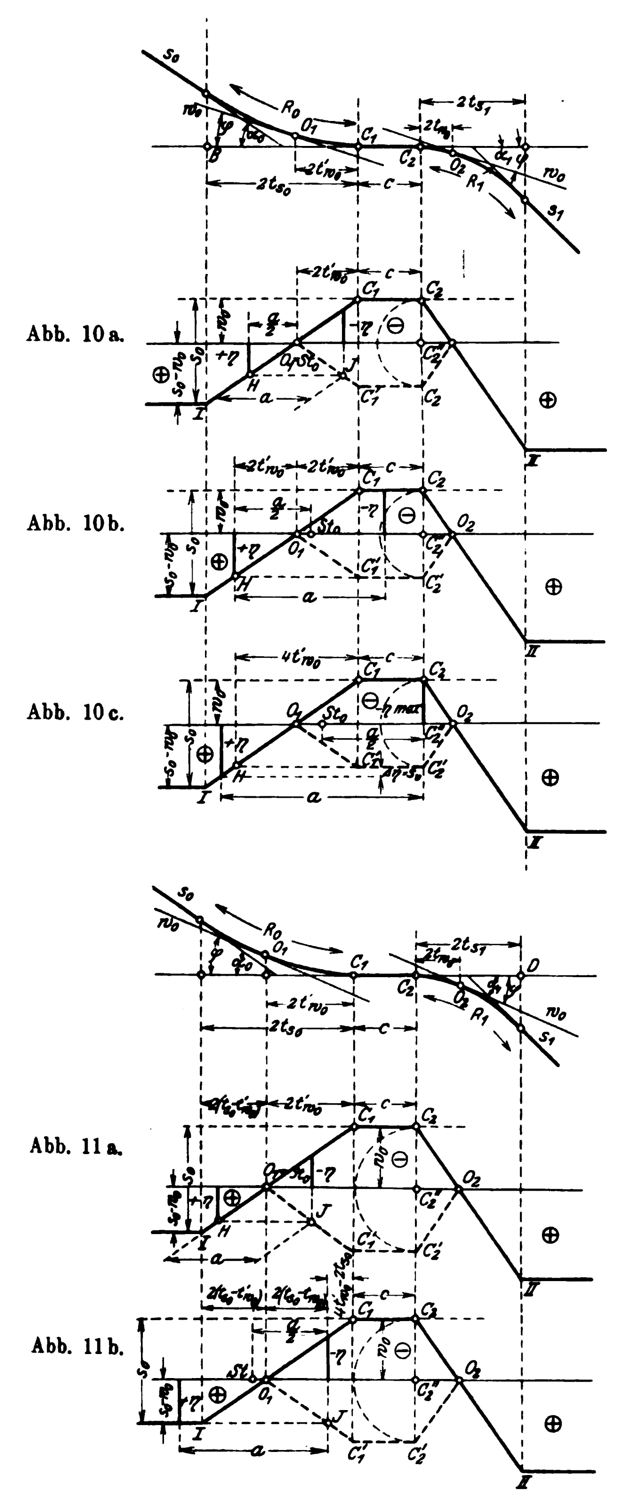
Die Erfüllung dieses Zweckes ist nicht unbedingt an eine Wagrechte gebunden, sie erscheint gewährleistet, wenn nur die Neigung der Zuführungstrecke vor der Abrollstelle soweit ermäfsigt wird, dafs auch bei den höchsten Abdrückgeschwindigkeiten der Laufwiderstand des am besten laufenden Wagens zur Wirkung kommt und die Hemmung hervorruft. Man wählt jedoch allgemein eine wagrecht (— teilweise sogar eine in geringer Gegensteigung —) liegende Unterbrechung der aufeinanderfolgenden Zuführungs- und Ablaufgefälle.

Die Frage nach der Länge dieser Scheitelwagrechten findet sich bisher nur in Quelle e*) berührt, wo als zweckmäfsige Länge 10 bis 15 m genannt werden. Die Weiterverfolgung der oben bei der Bestimmung der Ablaufpunkte angestellten Überlegungen führt aber zwangsläufig auf genau zu bestimmende Grenzmafse für die Länge der Wagrechten: denn wie einerseits an der Ablaufseite einer Abrollanlage der Ablaufpunkt entsteht, an dem die Beschleunigung zu wirken beginnt, so ist andererseits bei dem Übergang aus dem Zuführungsgefälle in die Wagrechte eine Stelle vorhanden, an der die einem Wagen durch das Gefälle gegebene lebendige Kraft durch seinen Laufwiderstand aufgebraucht ist, an der also die das Entkuppeln erleichternde Hemmung oder Stauchung voll wirksam wird. Diese Stelle wird im folgenden mit »Stauchpunkt« bezeichnet; über ihm würde der Schwerpunkt eines einzelnen Wagens, der mit sehr kleiner Geschwindigkeit auf der Zuführungsstrecke heranrollt, zum Stillstand kommen, von ihm ab schiebt ein noch auf der steileren Strecke befindlicher abrollender Zug den vordersten Wagen vor sich her.

Zwischen Stauchpunkt und Ablaufpunkt mufs das Entkuppeln erfolgen können. Die Scheitelwagrechte mufs demnach beide Punkte in einen solchen gegenseitigen Abstand bringen, dafs die Zeit, in der bei gröfster Abdrückgeschwindigkeit ein zu entkuppelnder Wagen die Abstandsstrecke durchlaufen kann, mindestens der Entkupplungszeit entspricht

*) Seite 299.

Zur Bestimmung der richtigen Länge der Scheitelwagrechten ist somit die Kenntnis der Lage der Stauchpunkte nötig; dazu ist wieder das Einflufslinienverfahren am geeignetsten. Nach ihm sind in den Abb. 10 a/b und 11 a/b die verschiedenen Möglichkeiten der Stauchpunkte gezeigt: sie unterscheiden sich wie die Ablaufpunkte in den Vorbedingungen ihrer



Entstehung und in ihrer Lage je nach dem Verhältnis zwischen dem Zuführungsgefälle und dem Wagenlaufwiderstand, dem Wagenachsstand und der Länge der Scheitelwagrechten. Die Bestimmung der Punkte fufst völlig auf den für die Ablaufpunkte erläuterten Grundsätzen; allein abweichend gilt hier lediglich, dafs die Stauchung dann voll erreicht ist, wenn die auf die erste Achslast wirkende Widerstandskraft W ($=$ G . w_o) gröfser wird als die in der zweiten Achslast wirksame Gefällkraft Z ($=$ G . [s_o—w_o]). Näheres Eingehen auf die in Abb. 10 a/b und 11 dargestellten Fälle dürfte sich daher erübrigen; die Voraussetzungen für das Eintreten einer der vier Möglichkeiten und die Werte für die Abstände der Stauchpunkte St von den Scheitelpunkten C_2 sind in der Übersicht 2 zusammengestellt. Die Beziehung der Stauchpunkte auf den Punkt C_2, der ja auch bei den Ablaufpunkten Verwendung fand, wird die Längenbestimmung der Scheitelwagrechten wesentlich erleichtern.

Einen für die weiteren Untersuchungen lehrreichen Sonderfall zeigt die Abb. 10 c; er tritt bei kurzen Scheitelwagrechten, grofsen Achsständen und kleinen Laufwiderständen dann ein, wenn der Ausrundungshalbmesser der beiden Neigungswechsel ungleich (und zwar $R_0 > R_1$) ist. Wie man aus der Einflufslinie erkennen kann, beginnt dann die mit $-\eta$ bezeichnete, hemmend auf die vorderste Achse wirkende Widerstandskraft infolge des Vorrückens des Wagens nach der Ablaufneigung bereits abzunehmen, solange die durch $+\eta$ dargestellte, treibend auf die hinterste Achse wirkende Gefällkraft den Gröfstwert von $-\eta$ noch übertrifft: der sehr langsam heranrollende Wagen kommt also nicht mehr zum Stillstand, es tritt kein so völliges Stauchen wie in den Fällen der Abb. 10 a/b und 11 ein. Der Stauchpunkt bezeichnet hier lediglich den Augenblick geringster Zulaufgeschwindigkeit, die an ihm sofort in die zunehmende Ablaufgeschwindigkeit übergeht. Der Stauchpunkt wird demnach zugleich Ablaufpunkt; es ist der Fall gegeben, der am Schlufs der Ausführungen über die Ablaufpunkte an Abrollgleisen erwähnt wurde: es ist $a > c + 4t'w_o$ geworden.

Man sieht aus Abb. 10 c, dafs $+\eta$ nicht ganz durch $-\eta$ aufgebraucht wird; $+\eta$ bleibt um $\Delta\eta$ grösser, woraus hervorgeht, dafs der betrachtete Wagen im Augenblick seiner geringsten Geschwindigkeit noch in einem mittleren Gefäll steht, das den Laufwiderstand w_o um s_v übersteigt. Dieses Überschufsgefälle s_v bedingt eine gewisse Geschwindigkeit v_v des ungebremst an der Zugspitze hängenden vordersten Wagens; trotzdem kann der für das Entkuppeln ausreichende Grad der Stauchung vielleicht erreicht werden, wenn v_v geringer ist als die Zulaufgeschwindigkeit v_o des folgenden Zuges und zwar schon vor dem Stauchpunkt St über eine so lange Strecke geringer ist, dafs genügend Zeit für das Abhängen der Kupplung entsteht.

Selbst wenn diese Zeit gewahrt ist, bleibt aber der hier geschilderte Fall durchaus unerwünscht, weil es nach den oben gemachten Ausführungen über das Streuen der Ablaufpunkte unzweckmäfsig ist, dafs manche Wagen bereits in der Zuführungsstrecke abzulaufen beginnen. Es soll deshalb als Ergebnis des angeschnittenen Sonderfalles, ohne weiter bei ihm zu verweilen, nur festgehalten werden, dafs die Scheitelwagrechte unter Zugrundlegung von Achsstand und Laufwiderstand des besten Läufers mindestens eine Länge $c \geq a - 4t'w_o$ besitzen mufs, wenn der Ablaufpunkt nicht mehr in der Zuführungsstrecke oder in dem an diese anschliefsenden ersten Teil der Scheitelwagrechten liegen soll. Noch besser erscheint als Mindestwert $c \geq a - 4tw_o \left(= a - \frac{2R_1 . w_o}{1000}\right)$; damit steht dann im Augenblick des Ablaufs der ganze Wagen entsprechend der Abb. 6 a/c in der Scheitelwagrechten und in der Ausrundung zum Ablaufgefälle.

2. Die Länge der Scheitelwagrechten.

Man hat soeben zwei für die Länge der Scheitelwagrechten geltende Bedingungen erkannt: einmal verlangt die Entstehung eines günstigen Ablaufpunktes einen Mindestwert von $c > a - \frac{2R_1 . w_o}{1000}$; andrerseits mufs für die Entkupplung eines Einzelwagens ohne äufsere Hemmittel das Durchlaufen der Strecke vom Stauchpunkt bis zum Ablaufpunkt durch den

Übersicht 2.

Die Lage der Stauchpunkte an Abrollgleisen.

1	2	3
Voraussetzung für den nebenbezeichneten Abstand		Abstand vom Stauchpunkt St bis zum Bergscheitelpunkt C_2:
Geometrisch	Analytisch	
1. Nach Abb. 10a. $a \leqq 4 t' w_0$, $2 t s_0 \geqq 4 t' w_0$,	$w_0 \geqq \frac{1000\, a}{2 R_0}$, $s_0 \geqq 2 w_0$.	$2 t' w_0 + c = \frac{R_0 . w_0}{1000} + c$.
2. Nach Abb. 10b. $a > 4 t' w_0$, $a \leqq c + 4 t' w_0$, $2 t s_0 > 4 t' w_0$.	$w_0 < \frac{1000 a}{2 R_0}$, $w_0 > \frac{1000 (a - c)}{2 R_0}$, $s_0 > 2 w_0$.	$4 t' w_0 + c - \frac{a}{2} = \frac{2 R_0 . w_0}{1000} + c - \frac{a}{2}$.
3. Nach Abb. 11a. $a \leqq 4 (t s_0 - t' w_0)$, $2 t s_0 \leqq 4 t' w_0$.	$s_0 - w_0 \geqq \frac{1000 a}{2 R_0}$, $s_0 \leqq 2 w_0$.	$2 t' w_0 + c = \frac{R_0 . w_0}{1000} + c$.
4. Nach Abb. 11b. $a > 4 (t s_0 - t' w_0)$, $2 t s_0 < 4 t' w_0$.	$s_0 - w_0 < \frac{1000 a}{2 R_0}$, $s_0 < 2 w_0$	$4 t' w_0 - 2 t s_0 + c + \frac{a}{2} = \frac{R_0}{1000} (2 w_0 - s_0) + c + \frac{a}{2}$.

besten Läufer, — für den diese Entfernung am geringsten ist, — bei der gröfsten Zuführungsgeschwindigkeit mindestens solange dauern, als für das Abkuppeln dieses Wagens nötig ist.

Bezeichnet man den Zeitbedarf für das Abkuppeln mit T, die Abdrückgeschwindigkeit mit v_0, so läfst sich die zweite Bedingung ausdrücken durch $St A : v_0 \geqq T$. Die Strecke St A setzt sich zusammen aus $St C_2$ und $C_2 A$, die beide aus den bisherigen Erörterungen bekannt sind. Für die Ermittlung ihrer Längen kommen bei den kleinen Laufwiderständen w_0 der besten Läufer und bei den üblichen Neigungen s_0 und s_1 nur die Fälle der Abb. 6c und 10b in Frage; danach ist aus Übersicht 2 $St C_2$ mit $\frac{2 R_0 . w_0}{1000} + c - \frac{a}{2}$, aus Übersicht 1 $C_2 A$ mit $\frac{2 R_1 . w_0}{1000} - \frac{a}{2}$ einzusetzen. Dann lautet die zweite Bedingung: $c \geqq T . v_0 + a - \frac{2 . w_0}{1000} (R_0 + R_1)$. Wählt man in Verfolg der im Abschnitt A gemachten Ausführungen R_0 und R_1 gleich grofs, so ergibt sich einfacher

$$c \geqq T . v_0 + a - \frac{4 R . w_0}{1000}.$$

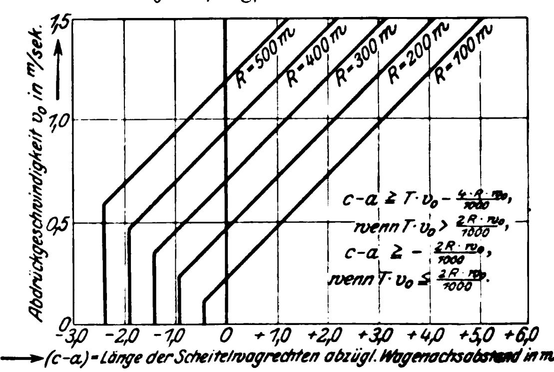
Es leuchtet ein, dafs die Länge der Scheitelwagrechten c mit dem Wagenachsstand a veränderlich bleibt, auch wenn die Entkupplungszeit T, die Abdrückgeschwindigkeit v_0 und der Laufwiderstand w_0 sich nicht ändern. Deshalb drückt man zweckmäfsig die Länge c als mit a zusammenhängend aus durch Umformung der letzten Gleichung zu $c - a \geqq T . v_0 - \frac{4 R . w_0}{1000}$. Diese Gleichung ist mafsgebend, solange $T . v_0 > \frac{2 R . w_0}{1000}$; wird $T . v_0 < \frac{2 R . w_0}{1000}$, so tritt die oben besprochene erste Bedingung in Kraft, nach der $c > a - \frac{2 R . w_0}{1000}$ oder $c - a \geqq - \frac{2 R . w_0}{1000}$ sein mufs.

Nach sorgfältigen Erhebungen ist T = 4 sec, wenn das Entkuppeln in der üblichen Weise durch Aushängen der unteren Notkupplung vorbereitet ist und die locker gedrehte Hauptkupplung dann vor der Ablaufstelle mit einem einfachen Baum oder mit der besonders dafür vorgesehenen Gabel ausgehängt wird*). Die kleinsten Laufwiderstände sind mit 2,4 kg/t bekannt.

*) Ist die Notkupplung nicht ausgehängt, so sind 12" für den dann schwierigeren Entkuppelvorgang nötig; die Wagrechte mufs also ganz erheblich länger werden. Man wird aber das Mitaushängen der Notkupplung aufser Betracht lassen können, da sie ja nach der Einführung der Kunze-Knorr-Bremse nicht mehr benützt werden wird.

Somit lassen sich als Ergebnis der Erörterungen über die Scheitelwagrechten an Abrollgleisen endgültige Mafse angeben, um die die Länge der Wagrechten über den Achsstand desjenigen Wagens hinausgehen mufs, der noch ohne künstliche Hemmung an der Abrollstelle bearbeitet werden soll. Die auf einer Entkuppelzeit von 4 sec und einem geringsten Laufwiderstand von 2,4 kg t aufgebauten Mafse sind in Abb. 12 gezeigt; sie sind dort in ihrer Abhängigkeit von der Zuführungsgeschwindigkeit v_0 und von den in beiden Neigungswechseln gleich angenommenen Ausrundungshalbmessern gegeben.

Abb. 12. Die Länge der Scheitelwagrechten an Abrollgleisen bei $w_0 = 2{,}4$ kg/t und T = 4 sec.



Man erkennt, dafs nach den hier gestellten Forderungen die Scheitelwagrechte c bei den erstrebenswerten Ausrundungshalbmessern von 200 m und Abdrückgeschwindigkeiten bis zu 1,5 m sec etwa 4 m länger sein mufs als der Achsstand des längsten, ungehemmt abzukuppelnden Wagens; je nach der Wahl dieses Wagens wird man also das von Ammann a. a. O. empfohlene Mafs von 10 bis 15 m ermäfsigen können oder erhöhen müssen. Sind die angewendeten Abdrückgeschwindigkeiten nicht so hoch, so genügen kürzere Längen. Abb. 12 zeigt im übrigen klar, dafs die Mindestlänge $\left(c \geqq a - \frac{2 R . w_0}{1000}\right)$ der Wagrechten durchweg erst bei so geringen Abdrückgeschwindigkeiten Bedeutung gewinnt, wie sie an einigermafsen leistungsfähigen Abrollgleisen keine zugrunde zu legende Regel bilden dürften; praktisch sind diese Grenzlängen somit bedeutungslos.

Bei einzelnen Abrollanlagen kann es vielleicht erwünscht sein, statt nur eines Wagens auch häufig vorkommende Gruppen von zwei Wagen ohne das rohe Verfahren des Vorlegens von Bremsknüppeln u. ä. entkuppeln zu können. Zur Ermittlung der dann nötigen Längen der Wagrechten mufs in den Formeln statt (c — a) gesetzt werden: $c - \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + l\right)$, worin a_1 und a_2 die Achsstände und l den Schwerpunktsabstand der

beiden Wagen bedeuten; beide Wagen müssen natürlich beste Läufer sein, um die nötige gröfste Länge zu ergeben.

Schon bei Berücksichtigung der üblichen kürzesten Achsstände von 4,5 m und Wagenlängen von 9,0 m bemerkt man jedoch, dafs man zur Erfüllung dieses Wunsches das durchgehende Gefäll auf erhebliche Strecken durch eine Wagrechte unterbrechen mufs. Bei zunehmenden Achsständen und Wagenlängen kommt eine genügend lange Wagrechte überhaupt nicht mehr in Frage. Man wird sich deshalb wohl darauf beschränken, nur auf natürliche Hemmung eines längsten Einzelwagens Rücksicht zu nehmen; länger als 18 bis 20 m sollte insbesondere bei gering belasteten Abrollanlagen die Scheitelwagrechte nicht werden, weil sonst zu viele der letzten Wagen eines abrollenden Zuges auf ihr stehen bleiben können und bei längeren Zugpausen von Hand abgeschoben werden müssen. Bei stark belasteten Anlagen ist man an eine solche Grenze weniger gebunden, da der bald folgende nächste Zug das Abschieben übernimmt. Jedoch kann dort eine längere Wagrechte die Entwicklung des Gleisplans behindern, denn zur Ermöglichung des Abschiebens stehengebliebener Schlechtläufer müssen alle zur Abrollstelle führenden Gleise schon vor dem Beginn der Wagrechten vereinigt sein. Es ist also von Fall zu Fall abzuwägen, ob eine Verlängerung der Scheitelwagrechten über ihr oben abgeleitetes Mindestmafs hinaus angebracht erscheint.

D. Schlufsbemerkung.

Als Ergebnis der Untersuchungen ist kurz zusammengefafst festzustellen:

1. Ablaufberge sollten grundsätzlich ohne Scheitelwagrechte angelegt werden.

2. Bei Abrollgleisen sind Scheitelwagrechte nötig; diese müssen eine formelmäfsig festgelegte Mindestlänge besitzen.

3. Hält man die in Absatz 1 und 2 gegebenen Richtlinien ein, so sind für die Bestimmung der Ablaufpunkte nur noch die an den Abb. 3, 5a und 5b für Ablaufberge und an den Abb. 6a/c für Abrollgleise abgeleiteten einfachen Formeln erforderlich; sie ermöglichen rasche Prüfung des vorliegenden Falles und rasche Ermittlung der Abstände vom Bergscheitel bis zum Ablaufpunkt. Der Formelgebrauch dürfte dem zeichnerischen Verfahren überlegen sein.

Bei der Beurteilung der Scheitelwagrechten an Ablaufbergen wurde nun schon kurz erwähnt, dafs danach gestrebt wird, den Ablaufbetrieb durch Verwendung von mechanischen Hilfsmitteln zu verbessern. Diese Mittel können entweder wie Frölichs Gipfelbremse (vergl. Quelle f, Seite 43 u. ff.) durch verzögernde Einwirkung auf den guten Läufer oder nach dem Vorschlag Heinrichs (vergl. Quelle f, Seite 66 67) durch künstliche Beschleunigung des schlechten Läufers die Regelung der Raum- und Zeitabstände zwischen den einander im Ablauf folgenden Wagen zum Ziele haben. Durch beide Mafsnahmen wird die Lage der Ablaufpunkte erheblich an Bedeutung verlieren.

Es erscheint jedoch zweifelhaft, ob die mechanischen Hilfsmittel heute schon jenen Grad baulicher Vollkommenheit erreicht haben, der die Vorbedingung ihrer erfolgreichen Verwendung sein mufs. Selbst wenn man aber auch diese offene Frage bejahen könnte, stehen einer allgemeinen mechanischen Ergänzung der Ablaufanlagen angesichts der heutigen Wirtschaftslage sehr starke finanzielle Schwierigkeiten entgegen.

Es mufs deshalb versucht werden, die bestehenden Anlagen mit einfacheren Mitteln auszugestalten, vorhandene Fehler zu beseitigen und damit eine bestmögliche Wirtschaftlichkeit des Ablaufbetriebs zu sichern. Mögen die vorstehenden Erörterungen ein Glied in der Kette dieser Versuche bilden! Dann ist ihr Zweck erfüllt.

Die Akkumulatorlokomotive und ihre Verwendung für Eisenbahnen.

Von Dipl.-Ing. **Rudolf Winckler**, Berlin-Zehlendorf.

Als durch wichtige Erfindungen in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts ein brauchbarer elektrischer Stromspeicher der Bleiakkumulator — geschaffen war, setzten sogleich Bestrebungen ein, ihn neben seiner Hauptanwendung als ortsfester Speicher auch für elektrische Fahrzeuge nutzbar zu machen. Die ersten Versuche bei Strafsenbahnwagen befriedigten nicht, sie gaben aber Gelegenheit, die für einen transportablen Akkumulator in elektrischer und mechanischer Hinsicht in Frage kommenden Beanspruchungen kennen zu lernen und auf Grund dieser Erfahrungen Spezialtypen für transportable Zwecke zu schaffen. So entstanden Ende vorigen Jahrhunderts die ersten Akkumulatorlokomotiven, die heute noch in Dienst sind, in diesem Jahre also ihr 25jähriges Jubiläum feiern können

Die weitere Verbreitung dieser Lokomotiven hielt sich in den nächsten Jahren in mäfsigen Grenzen. Erst als man anfing, sich über die verhältnismäfsig schlechte Ausnutzung der Kohle in der Dampflokomotive Gedanken zu machen, als der Krieg mit seiner starken Kohlenknappheit die Wichtigkeit dieser Überlegungen unterstrich, als die Nachkriegszeit mit ihrer Wirtschaftsnot zu dem Bestreben führte, alle Betriebe auf Energievergeudung und Wirtschaftlichkeit zu prüfen, wurde die Entwicklung und Verbreitung von Akkumulatorlokomotiven stark gefördert. Obgleich bisher hauptsächlich Industriewerke Akkumulatorlokomotiven benutzten, zeigen neuerdings auch die Eisenbahnen selbst regeres Interesse für derartige Fahrzeuge Es soll darum nachstehend durch Betrachtung von Bauart, Leistung und Wirtschaftlichkeit der Akkumulatorlokomotiven untersucht werden, welche Verwendung sie zweckmäfsig bei Eisenbahnen finden und welche Leistungen hierfür in Frage kommen.

Bauart: Die Abb. 1 und 2 stellen reine Akkumulatorlokomotiven verschiedener Leistungen dar. Der allgemeine Aufbau ist grundsätzlich der gleiche. Auf einem einfachen Untergestell aus Profileisen oder Blechen ist in der Mitte der Führerstand angeordnet. Er enthält Fahrschalter, Mefs-

Abb. 1.

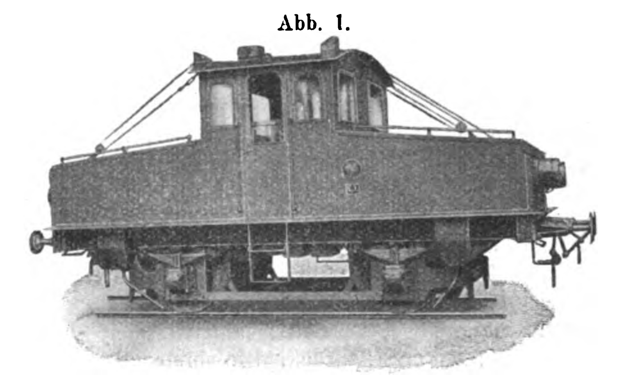
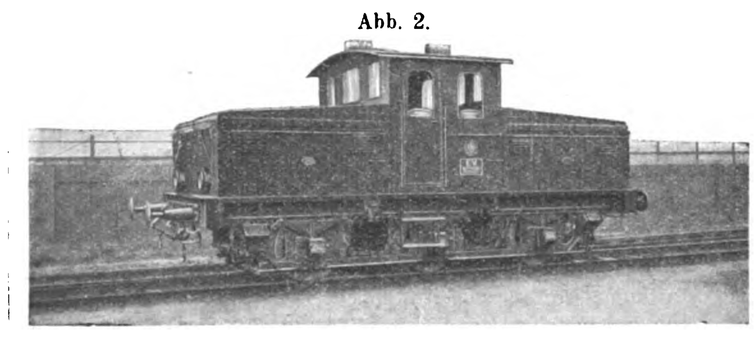


Abb. 2.



instrumente und die Bremseinrichtung und gestattet nach allen Seiten einen bequemen Ausblick. Zu beiden Seiten des Führerstandes ist in Vorbauten mit abrollbaren Deckeln die Batterie

leicht zugänglich und übersichtlich untergebracht. Der Antrieb der Lokomotive erfolgt im allgemeinen durch zwei oder vier gekapselte Gleichstrom-Hauptstrommotoren, die über ein Zahnradvorgelege die Achsen antreiben. Durch Serienparallelschaltung der Motorgruppen ist eine verlustlose Geschwindigkeitsänderung möglich. Die feinere Einteilung der Geschwindigkeitsstufen erfolgt durch Vorschaltwiderstände und Feldschwächung. Als Bremse erhalten kleine Maschinen eine Handbremse, als zweite Bremse bzw. als Gefahrbremse eine elektrische Kurzschlufsbremse. Für gröfsere Lokomotiven wird eine Druckluftbremse mit Motorkompressor vorgesehen.

Abb. 3.



Abb. 3 zeigt eine Lokomotive für gemischten Betrieb. In manchen Fällen, auf die weiter unten näher eingegangen werden soll, sind derartige Lokomotiven von gröfstem Nutzen. Sie unterscheiden sich nur dadurch von den reinen Akkumulatorlokomotiven, dafs sie mit einem Stromabnehmer ausgerüstet werden, so dass sie sowohl mit Oberleitungs- als auch mit Batteriestrom fahren können. Die Umschaltung erfolgt durch Umlegen eines Hebels im Führerstand.

Die Leistungen der abgebildeten Lokomotiven sind nachstehend angegeben:

Abb. 1) 2570 kg Zugkraft bei 8,3 km/St. Geschwindigkeit, Dienstgewicht 25 t.

Abb. 2) 3300 kg Zugkraft bei 8,6 km/St. Geschwindigkeit, Dienstgewicht 42 t.

Abb. 3) 3650 kg Zugkraft bei 15,9 km/St. Geschwindigkeit, Dienstgewicht 36 t.

Die letzteren Angaben beziehen sich auf Oberleitungsbetrieb, während bei Umschaltung auf Batteriebetrieb die Geschwindigkeit entsprechend der Batteriespannung auf 8,3 km/St. zurückgeht. Naturgemäfs werden für schwereren Dienst noch gröfsere vier- oder mehrachsige Lokomotiven gebaut, die z. B. mit folgender Leistung ausgerüstet werden können: 7300 kg Zugkraft bei 15,9 km/St. Geschwindigkeit, Dienstgewicht 72 t. Die Geschwindigkeit bei Batterieantrieb geht bei dieser Lokomotive auf 9,4 km/St. zurück. Die vorstehend angegebenen Daten beziehen sich durchweg auf die Stundenleistung der Lokomotiven. Es ist bekannt, dafs die Elektromotoren für kürzere Zeit weit über ihre Stundenleistung hinaus belastet werden können, was bei anderen Lokomotivarten nicht allgemein der Fall ist, bei Leistungsvergleich verschiedener Lokomotivarten also besonders zu beachten ist.

Für die Wirtschaftlichkeit von Akkumulatorlokomotiven sind folgende Faktoren von besonderer Bedeutung:

1. Die Ausnutzung der Kohle ist trotz Umwandlung in elektrische Energie und Verbrauch dieser Energie in Akkumulatorfahrzeugen doppelt so grofs, als wenn man sie in einer Dampflokomotive direkt verfeuern würde.
2. Die Akkumulatorlokomotive verbraucht nur während der wirklichen Arbeitsleistung, also nicht in den Pausen, Energie. Bei Versuchsfahrten ist festgestellt, dafs im Verschiebedienst die Regulatoröffnungszeit von Dampflokomotiven bzw. die Stromzeit von Akkumulatorlokomotiven nur ca. 40% der gesamten Dienstzeit ausmacht, wodurch das Energieausnutzungsverhältnis von Punkt 1 noch wesentlich günstiger wird.
3. Die durch das günstige Energieausnutzungsverhältnis bedingte Wirtschaftlichkeit wird erhöht, wenn die elektrische Energie nicht aus Kohle, sondern aus Wasserkraft gewonnen wird, also mit billigem Stromtarif zu rechnen ist.
4. Die einfache Bedienung — u. U. durch nur einen Mann — verringert die Personalkosten wesentlich.
5. Der einfache Lokomotivaufbau und die Unverwüstlichkeit eines modernen Gleichstrombahnmotors bedingen niedrige Reparaturkosten, geringen Reparaturstand und gröfste Betriebssicherheit.

Um diese theoretischen Ausführungen noch durch praktische Ergebnisse zu unterstreichen, seien folgende beiden Fälle angeführt:

In der E. T. Z, Jahrgang 1923, Heft 33 und 34 ist über Versuchsfahrten im Verschubdienst mit Akkumulatorlokomotiven berichtet, die von den österreichischen Bundesbahnen im Jahre 1921 veranstaltet sind. In dem dort aufgeführten Wirtschaftlichkeitsvergleich ist das Verhältnis zwischen Akkumulatorlokomotiven und Dampflokomotiven mit 82 zu 183 bzw. 100 zu 183 angeführt, so dafs also die Betriebskosten für die Akkumulatorlokomotiven nur etwa 45 bzw. 55% derjenigen einer Dampflokomotive ausmachten. Hiermit decken sich die Angaben, die in den AEG-Mitteilungen vom März 1924 gemacht sind, wo ausgeführt ist, dafs auf einem der gröfsten Hüttenwerke Deutschlands die Betriebskosten der elektrischen Lokomotiven nur etwa 50—60% derjenigen der Dampflokomotiven betragen. Diese Zahlen beweisen also, dafs die Akkumulatorlokomotiven in höchstem Mafse wirtschaftlich sind.

Für Eisenbahnen können die Akkumulatorlokomotiven nun folgende Verwendung finden:

1. Für Verschiebedienst auf Güterbahnhöfen, und zwar:
   a) Als reine Akkumulatorlokomotiven,
   b) als gemischte Lokomotiven.
2. Im Güterzugverkehr zur Unterstützung der Lokomotiven im Streckendienst.
3. Im Streckendienst selbst, und zwar:
   a) Für Güterzugverkehr von Kleinbahnen.
   b) für leichten Personenzugverkehr auf Hauptbahnen.

Die Anwendung als Verschiebelokomotive ist hiervon die wichtigste. Im vorstehenden Abschnitt wurde bereits auf entsprechende Versuchsfahrten der österreichischen Bundesbahnen hingewiesen. Wie in dem fraglichen Aufsatz ausgeführt ist, ging man von dem Gedanken aus, dafs die Elektrisierung gröfserer Verschiebebahnhöfe gewisse Schwierigkeiten bringt. Es ist unwirtschaftlich, sämtliche Verschubgleise, also auch die wenig befahrenen, mit Oberleitung zu versehen: deshalb sind von der Oberleitung unabhängige Fahrbetriebsmittel erforderlich, zumal hierbei die im Verschiebedienst häufig auftretenden, kurz dauernden Belastungsstöfse, die zur Bereithaltung verhältnismäfsig grofser Leistungen zwingen, vom Kraftwerk ferngehalten werden. Vielgleisige Stationen werden aufserdem bei Überspannung sämtlicher Gleise mit Oberleitung unübersichtlich. Die Beobachtung von Signalen und Weichen wird für das Maschinenpersonal erschwert. Schliefslich ist die Anbringung von Oberleitung bei Magazinen und Verladerampen nur mit verwickelten Sicherheitsvorkehrungen möglich. Aus diesen Gründen veranstalteten die österreichischen Bundesbahnen auf einem gröfseren Bahnhof Versuchsfahrten mit einer reinen Akkumulatorlokomotive. Das Ergebnis übertraf weit die

Erwartungen und bestätigte, dafs die Akkumulatorlokomotive für Verschiebedienst äufserst günstig zu verwenden ist.

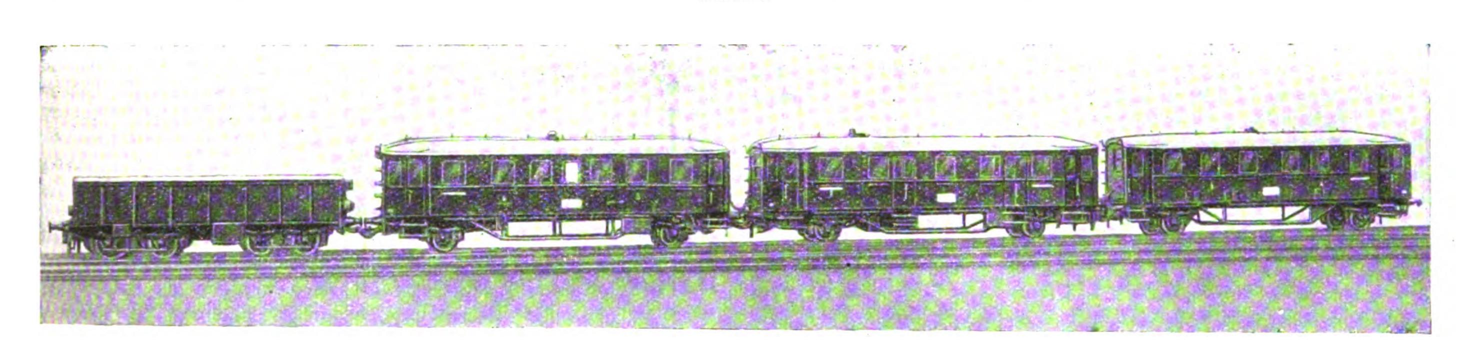
Auch bei der Deutschen Reichsbahn wird man bezüglich der Elektrisierung von Verschiebebahnhöfen ähnliche Erwägungen anstellen müssen, wie bei den österreichischen Bundesbahnen. Hier scheint man allerdings nicht der reinen Akkumulatorlokomotive, sondern der gemischten Lokomotive den Vorzug geben zu wollen, was ja auch für Bahnhöfe mit sehr grofsen Leistungen zu empfehlen ist. Die Möglichkeit der Anwendung einer gemischten Lokomotive auf den elektrisierten Bahnhöfen ist dadurch gegeben, dafs z. B. ein Einphasen-Wechselstrom-Kommutator-Motor sowohl mit Einphasen-Wechselstrom als auch mit Gleichstrom betrieben werden kann. Baut man also auf einer Einphasen-Lokomotive noch eine Batterie ein, so ist mit einer derartigen Lokomotive ein gemischter Betrieb möglich. Dafs grofse Industriewerke mit gemischten Lokomotiven in schwerstem Verschiebedienst bereits die besten Erfolge erzielten, wurde schon erwähnt.

Zusammenfassend kann man sagen, dafs die Akkumulatorlokomotiven für Verschiebedienst der Eisenbahnen ein sehr geeignetes Betriebsmittel sind, und zwar für leichteren und mittleren Verschiebedienst als reine Akkumulatorlokomotiven, für schwersten als gemischte Lokomotiven.

Gewicht fallen dürfte. Auf den einzelnen Stationen unterstützt diese dann die eigentliche Zuglokomotive im Verschiebedienst, um die Aufenthaltszeit möglichst abzukürzen. Bei der einfachen Bedienung der Akkumulatorenlokomotive genügt es vollkommen, sie nur durch 1 Mann zu besetzen, der dann bei der Streckenfahrt als Bremser tätig ist, so dafs durch Einstellung einer kleinen Lokomotive der Personalaufwand nicht vergrössert wird. Die schweizerischen Bundesbahnen machen in ähnlicher Weise schon von Akkumulatorlokomotiven Gebrauch.

Weiterhin kann die Akkumulatorlokomotive auch im Streckendienst Verwendung finden, jedoch nur in gewissen Grenzen. Zur Streckenbeförderung von Güterzügen kommt sie nur für kurze Strecken und für geringe Zuggewichte in Frage, also lediglich für Kleinbahnbetrieb. Für Personenzüge kommt sie ebenfalls nicht für grosse Zuggewichte in Betracht, sondern nur als Ersatz für kleine Dampfzüge, wo sie jedoch eine hohe Wirtschaftlichkeit hat. Bekanntlich wählt man allerdings für diesen Verkehr meist die Form von Triebwagen oder »Tenderzügen«, zumal man hierbei den Vorteil hat, dafs die Gewichte pro Platzeinheit geringer werden und dass bei dem vielfach üblichen Pendelverkehr derartige Kleinbahnzüge Verschiebebewegungen an den Endpunkten durch Umsetzung des Triebfahrzeuges nicht in Frage kommen.

Abb. 4.



Als Punkt 2 ist die Verwendung von Akkumulatorlokomotiven im Güterzugverkehr angeführt. Es sind in der letzten Zeit häufig in den Fachzeitschriften Vorschläge veröffentlicht, die Wirtschaftlichkeit im Güterzugbetrieb zu erhöhen und zwar z. B. durch Erhöhung der Geschwindigkeit (Regierungsbaurat Spalding, Berlin, Verkehrstechnische Woche, Jahrgang 1923, Heft 31/32), also Abkürzung der Reisezeit. Hierbei werden Ersparnisse erzielt durch Verminderung von Ölverbrauch, Lokomotiv- und Wagenstunden, andererseits werden naturgemäfs Kohle- und Wasserverbrauch durch die Geschwindigkeitserhöhung gesteigert. Das erstrebte Ziel kann auch auf folgende Weise erreicht werden: Die Reisezeit — vor allem der Nahgüterzüge — wird im wesentlichen durch die Aufenthaltszeiten bestimmt. Diese sind bedingt durch den auf jeder Station auszuführenden oft sehr umständlichen und zeitraubenden Verschiebedienst. Erleichtert man der Zuglokomotive die Arbeit dadurch, dafs man auch auf kleinen Bahnhöfen Akkumulatorlokomotiven stationiert, so wird die Reisezeit wesentlich herabgesetzt; damit der Kostenaufwand nicht zu grofs wird, bedient eine Lokomotive mehrere Bahnhöfe. Dem Güterzuge vorauseilend, stellt sie auf den in Frage kommenden Stationen die Wagen zurecht. Ist der Güterzug auf allen Stationen des Verschiebe-Lokomotivbereichs abgefertigt, so fährt die Lokomotive zurück und stellt auf den einzelnen Stationen die Wagen laderecht und u. U. schon wieder für einen anderen Güterzug zum Abholen bereit. Für Strecken mit nur kleineren Stationen könnte diese Anordnung noch dahin erweitert werden, dafs eine Akkumulatorlokomotive den Güterzug ständig begleitet. Auf der Strecke wird diese dem Güterzuge als letztes Fahrzeug angehängt und von der Dampflokomotive gezogen, für deren Kohleverbrauch das zusätzliche Gewicht der Verschiebelokomotive kaum ins

Abbildung 4 zeigt einen derartigen Speicher-Tenderzug. Denkt man sich auf dem die Batterie tragenden Tender noch einen kleinen Führerstand, so ist die Akkumulatorlokomotive für leichte Personenzüge fertig. Eine derartige Lokomotive kann mit einer Batterieladung etwa eine Anhängelast von 75 t — also etwa 5 leichte Personenwagen — über eine Strecke von 150 km befördern. Hierbei sind mittlere Steigungsverhältnisse und eine Anfahr-Endgeschwindigkeit auf der Wagrechten von 60 km/St. angenommen.

Ganz kurz sei noch auf die für die geschilderten Verwendungszwecke in Frage kommenden Leistungen eingegangen: Beim Entwurf von Akkumulatorlokomotiven werden anfänglich oft Forderungen gestellt, die dem praktischen Betriebe nicht entsprechen und infolgedessen zu übermäfsig schweren Maschinen führen. Schuld hieran ist vielfach, dafs die Überlastbarkeit der Elektrolokomotive gegenüber anderen Lokomotivarten nicht beachtet wird, wie bereits erwähnt wurde. Gerade im Verschiebedienst, wofür die Akkumulatorlokomotive nach vorstehenden Ausführungen hauptsächlich in Frage kommt, betragen die Spitzenleistungen, die aufserdem nur selten auftreten, ein Vielfaches der Durchschnittsleistungen. Es wäre also unsinnig, die Lokomotive nach der Spitzenleistung zu bemessen. Hierfür muss unbedingt die zulässige Überlastbarkeit der Motoren zugestanden werden. Aufserdem sollte man sich für die Spitzenleistungen mit geringen Geschwindigkeiten zufrieden geben. Dadurch, dass die Akkumulatorlokomotiven für grössere Leistungen durchweg mit 2—4 Motoren ausgerüstet sind, ist die Möglichkeit gegeben, durch mehrfache Gruppenschaltung der Motoren verlustlos die Geschwindigkeiten für grofse Zugkräfte herabzusetzen, so dafs auch die gröfsten praktisch auftretenden Zuglasten noch mit Batteriestrom be-

stritten werden können. Als Beispiel sei nochmals auf die Versuchsfahrten der österreichischen Bundesbahnen zurückgegriffen: Der Versuchsort St. Valentin hatte einen Tagesdurchschnitt von 656 Wagen. Als Versuchslokomotive stand nur eine bereits 1903 erbaute Akkumulatorlokomotive mit nur 2×30 PS Stundenleistung und 26,7 t Dienstgewicht zur Verfügung. Das Personal weigerte sich anfänglich, mit dieser Lokomotive überhaupt Verschiebedienst zu leisten, da sie an sich natürlich zu schwach war. Trotzdem hat sie jede vorkommende Zuglast bewältigt; folgende Daten sind aus dem Versuchsergebnis besonders interessant:

Zuggewicht ausschliefslich Lokomotive 410 t maximal; im Mittel 105 t ausschliefslich, 84 t einschliefslich Leerfahrt. Die mittleren Zuggewichte betragen also nur etwa $^1/_4$ der maximalen. Als mittlere Zuggeschwindigkeit (auf sämtliche Fahrten bezogen) wurde 7,4 km/St festgestellt. Die zum Vergleich arbeitenden Dampflokomotiven, die eine Höchstgeschwindigkeit von 50 – 80 km/St hatten, erzielten eine mittlere Geschwindigkeit von 9,02 km/St. Hieraus ist also ersichtlich, dafs es zwecklos ist, für Verschiebelokomotiven zu grofse Leistungen und Höchstgeschwindigkeiten vorzuschreiben.

Zusammenfassend darf auf Grund vorstehender Ausführungen wohl gesagt werden, dafs die bisher über Akkumulatorlokomotiven vorliegenden Erfahrungen durchaus günstige sind, dafs also ihre Verwendung bei Eisenbahnen für die geschilderten verschiedenartigen Zwecke in der nächsten Zeit voraussichtlich eine starke Erweiterung erfahren wird.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Arbeiten der russischen Versuchsanstalt für Untersuchung und Tränkung von Schwellen.

Die Versuchsanstalt hat nach vierjähriger Unterbrechung am 1. April 1923 ihre Tätigkeit wieder aufgenommen und bis heute eine Reihe von Arbeiten wissenschaftlich-technischer Art zu Ende geführt. Beachtung verdienen die Untersuchungen verschiedener Tränkstoffe auf ihre fäulniswidrige Wirkung. Sie wurden in der bakteriologischen Abteilung auf Anforderung verschiedener Bahnen durchgeführt, um für jeden Tränkstoff die Grenz- und die Erhaltungsmenge gegen Schimmel und gegen Hausschwamm (merulius laerimans) zu bestimmen.

Die Ergebnisse sind in folgendem zusammengestellt:

		Erhaltungsmenge	Grenzmenge
Kieselfluornatrium	für Schimmel	über 0,2%	0,06—0,08%
	für Hausschwamm	0,04% auf 5 Tage	auf 16 Tage
„NAT“	für Schimmel	1,5% auf 14 Tage	1,5—2,0% auf 14 Tage
	für Hausschwamm	2,5% auf 14 Tage	2,5—3,0% auf 14 Tage
Fluornatrium	für Schimmel	0,4% auf 8 Tage	0,6% auf 38 Tage
	für Hausschwamm	0,3% auf 7 Tage	0,4% auf 38 Tage
Ölsaures Kupfer	für Schimmel	0,2% auf 17 Tage	1,5—2,0% auf 17 Tage
	für Hausschwamm	0,6% auf 17 Tage	2,0—2,5% auf 17 Tage
Brandschieferteer	für Schimmel	0,6% auf 5 Tage	2% auf 25 Tage
	für Hausschwamm	0,8% auf 5 Tage	2% auf 25 Tage
Chlornatrium	für Schimmel	—	10% auf 20 Tage
	für Hausschwamm	—	10% auf 20 Tage

Das fäulniswidrige Mittel „NAT“ stellt eine Mischung eines Kupfersalzes der Naphthensäuren mit einem Kupferoleat, in einem Öl gelöst, dar.

Die chemische Untersuchung zeigte, dafs „NAT“ 3,19% reines Kupfer enthält. Die Grenzmenge des Kieselfluornatriums für Schimmel zu bestimmen, gelang nicht, da die Menge 0,2% übersteigt und das Kieselfluornatrium das Agar (Nährsubstrat) verbrennt.

Huminsäuren wurden im Auftrag von Holztränkanstalten auf Ammoniaksalze untersucht. Die Untersuchung wurde an Mengen von 0,001% bis 10% ausgeführt, wobei sich zeigte, dafs Huminsäuren keine fäulniswidrigen Eigenschaften besitzen; auf Nährboden mit 10% Huminsäuregehalt entwickeln sich leicht Pilze.

Die Untersuchung von Schwellen auf Pilzbildung wurde für die Bahn Moskau—Kursk ausgeführt. Diese schickte Muster aus Schwellen ohne und mit Tränkung durch Chlorzink. Die Untersuchung zeigte, dafs die Schwellen vom Hausschwamm angesteckt waren. Der Hausschwamm hatte die Tränkung ohne Beeinträchtigung durchgemacht. Ansiedlungen von Hausschwamm, die getränkten und ungetränkten Schwellen entnommen wurden, zeigten keinerlei Unterschied. Es stimmt das vollständig überein mit zahlreichen Versuchen, die die Anstalt an Hausschwammkulturen auf Nährboden mit Chlorzink durchgeführt hat. Der Schwamm ist imstande, sehr hohe Mengen von Chlorzink (1—2%) auszuhalten. Diese Eigenschaft nützte man auch aus, um die Reinkultur von Schwamm von der des Schimmels auszuscheiden. Übrigens begegnete die Versuchsanstalt bei ihren Untersuchungen wiederholt dem Hausschwamm an Schwellen, obgleich nach dem Schrifttum dieser Schwamm nur ganz selten unter den Schädlingen der Schwelle auftreten soll.

Die in der Faulkammer befindlichen Schwellenmuster, die mit Chlorzink vollgetränkt waren, wurden ebenfalls auf Pilzbildung untersucht, insbesondere diejenigen, die die ersten Zeichen des Morschwerdens zeigten, ohne jedoch schon an ihren Festigkeitseigenschaften eingebüfst zu haben. In allen Fällen wurde (bei drei Fällen) eine Reinkultur von Hausschwamm aus dem nichtgetränkten Kern sowohl wie aus dem getränkten Splint ausgeschieden. Die Muster hatten acht Jahre in der Faulkammer gelagert. Die bis zur vollständigen Sättigung mit etwa 4% Chlorzinklösung getränkten Schwellenstücke wurden im Juli 1923 in die Faulkammer eingelegt. Vor der Schwellentränkung hatten sie 20—21% Feuchtigkeit und waren von Blaufäule leicht angesteckt. Die Gewichtszunahme der Schwellen nach der Tränkung war völlig befriedigend. Nach weniger als drei Wochen begannen sich die Schwellenköpfe mit Schimmel zu bedecken und zwar an dem getränkten Schwellenteil, d. i. am Splint, der bei der Tränkung stark durchfeuchtet worden war. Auf den Kern gingen die Pilzwucherungen dann über, wenn dieser künstlich angefeuchtet wurde.

Versuche der Schwellentränkung mit wässerigen Lösungen nach Art der beschränkten Sättigung wurden mit Chlorzink ausgeführt. Die Versuchsschwellen wurden in zwei Hälften auseinander gesägt; für jede Hälfte wurde die Feuchtigkeit besonders bestimmt; die ersten Hälften der Schwellen wurden nach dem Verfahren von Burnett mit Chlorzinklösung bestimmter Stärke getränkt, wobei die Gewichtszunahme bestimmt wurde; die anderen Hälften wurden nach dem Rüpingverfahren mit der gleichen Chlorzinklösung unter Bestimmung der Gewichtszunahme getränkt, wobei das Tränkungsverfahren bei den verschiedenen Versuchen geändert wurde, um die Frage zu klären, inwieweit ein Unterschied im Druck, in der Luftverdünnung und dergl. die Menge der in der Schwelle verbleibenden Lösung, die Tiefe des Eindringens und sonstige Erscheinungen beeinflufst. Nach dem Versuch wurde die Menge des Chlorzinks in beiden, nach verschiedenen Verfahren getränkten Schwellenhälften chemisch untersucht. Die von allen Schwellen genommenen Abschnitte wurden folgendermafsen behandelt:

1. Der Schwellenabschnitt wurde für kurze Zeit in eine Ammoniumsulfatlösung eingetaucht. Das Chlorzink auf der Oberfläche des Querschnittes ging in ungelöstes schwefliges Zink von weifser Farbe über.

2. Der Schwellenabschnitt wurde in eine schwache Essigsäurelösung eingetaucht.

3. Der Schwellenabschnitt wurde in eine schwache Lösung von salpetersaurem Blei eingetaucht. Die Stellen, wo die Chlorzinklösung eindrang, färbten sich vom Niederschlag des ungelösten schwefligen Bleies schwarz.

Nach der Färbung des Abschnittes war die Tiefe, bis zu der die Chlorzinklösung eingedrungen war, leicht zu beurteilen. Als Ergebnis kann man zusammenfassen:

1. Beim Rüpingverfahren dringt die Lösung genügend tief und gleichmäfsig ein.

2. Die Menge der nach dem Rüpingverfahren in die Schwelle eingeführten Chlorzinklösung, die ja nach Trockenheit der Schwelle, Splintstärke u. a. grofsen Schwankungen unterliegt, ist stets der Lösungsmenge verhältnisgleich, die die gleiche Schwelle beim Sättigungsverfahren aufnehmen würde (d. h. wenn eine Schwelle beim Burnettverfahren zweimal mehr Lösung aufnimmt als eine andere, so bleibt dieses Verhältnis auch bestehen, wenn beide Schwellen nach dem Rüpingverfahren getränkt werden).

3. Die Änderung der Tränkungsschaulinie gibt in gewissen Grenzen die Möglichkeit, die in der Schwelle nach dem Rüpingverfahren verbleibende Lösungsmenge zu regeln (z. B. von 1/4 bis 1/2 der Lösungsmenge, die die Schwelle nach dem Burnettverfahren aufnehmen würde).

4. Blaufäule und zufällige Holzverdichtungen bilden beim Rüpingverfahren ein gröfseres Hindernis als beim Burnettverfahren.

Offenbar mufs man die Tränkungsart mit der anwendbaren Lösungsstärke des betreffenden Tränkstoffes in Einklang bringen.

Die Tränkungsversuche mit Kreosotemulsion nach dem Verfahren der eingeschränkten Sättigung sprechen dafür, dafs bei dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse in der Emulsionsfrage das Rüpingverfahren für Emulsionen nicht zu empfehlen ist.

Unter Versuchen mit neuen fäulniswidrigen Stoffen sind die mit Teer von Brandschiefern auf Anfrage der Rjasan—Uralbahn zu erwähnen. Es zeigte sich, dafs Schieferteer zu den schwachen Fäulnisgegnern zu rechnen ist. Zur Tränkung mufs es also möglichst rein verwendet werden. Versuche in der Faulkammer werden noch ausgeführt.

Die Arbeiten der Versuchsanstalt, ein Verfahren zur schnellen wissenschaftlichen Bestimmung der Pilzarten an angegriffenen Hölzern auszuarbeiten, sind wirtschaftlich sehr wichtig und erfüllen die Forderung nach schneller Entscheidung. Sie stellen also einen erheblichen Fortschritt dar. Dr. S.

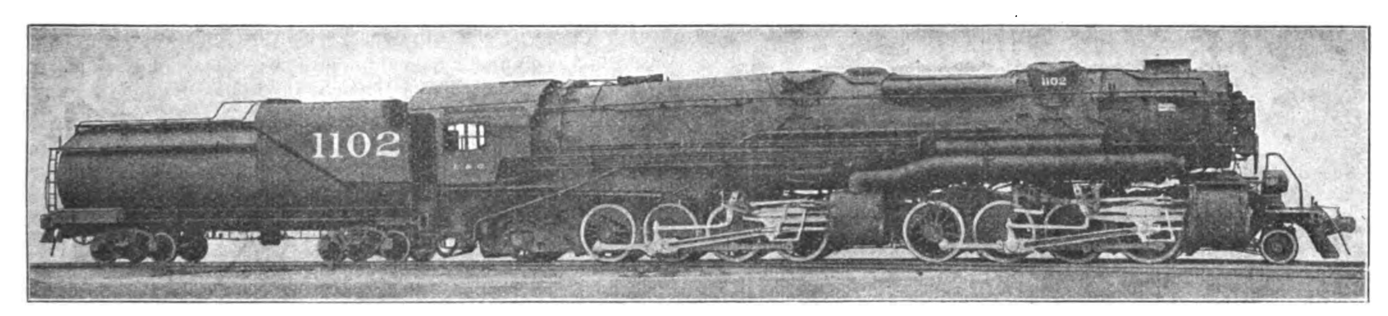
Lokomotiven und Wagen.

1 D + D 1 - h 4 Güterzuglokomotive der Chesapeake- und Ohio-Bahn.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 19.)

Die Chesapeake- und Ohio-Bahn beförderte schon seit Jahren ihre schweren Güterzüge auf der Strecke über das Alleghany-Gebirge mit 1 C + C 1 - 4 v Lokomotiven von 200 t Gesamtgewicht und 167 t Reibungsgewicht, die eine gröfste Zugkraft von 42 500 kg entwickeln konnten. Als man nun daran ging, die Zuglasten zu vergröfsern, waren diese Lokomotiven, die den neuesten amerikanischen 1 E 1-Lokomotiven mit Zusatzdampfmaschine im Gewicht etwa gleich kommen, hinsichtlich der Zugkraft jedoch schon unterlegen sind, den gesteigerten Anforderungen nicht mehr gewachsen. Die Bahn schritt deshalb zur Beschaffung der 1 D + D 1 Gelenklokomotiven, von denen 25 Stück von den Schenectadywerken der Amerikanischen Lokomotivgesellschaft gebaut wurden.

1 D + D 1 - h 4 Güterzuglokomotive der Chesapeake- und Ohio-Bahn.



Die Chesapeake- und Ohio-Bahn hat eine für amerikanische Verhältnisse etwas beschränkte Fahrzeug-Umgrenzungslinie, deren Erweiterung die vielen vorhandenen Tunnels im Wege stehen. Es hätte daher Schwierigkeit bereitet, Niederdruckzylinder der erforderlichen Gröfse unterzubringen, und so entschlofs man sich zur Verwendung von einfacher Dampfdehnung. Es ist dies das erstemal, dafs eine gröfsere Anzahl solch schwerer Gelenklokomotiven als Vierlingslokomotive gebaut wird. Man entschlofs sich um so eher zu dieser Bauart, weil man bei der ausgedehnten Verwendung von Verbund-Gelenklokomotiven in Amerika den Eindruck gewonnen zu haben scheint, dafs sich derartige Lokomotiven für gröfsere Geschwindigkeiten, wie sie für die neuen Lokomotiven vorgesehen waren, nicht eignen.

Die Lokomotive samt Tender hat eine ganze Länge von 33,3 m. Von dem Gesamtgewicht entfallen 14,5 t auf die vordere Bisselachse, 114 t auf die vordere Kuppelachsgruppe, 108,5 t auf die hintere Kuppelachsgruppe und 19 t auf die Schleppachse. Die Belastung der hinteren Kuppelachsgruppe ist wohl absichtlich niedriger gehalten als die der vorderen Gruppe: da nämlich beim Befahren von Steigungen (in der meist üblichen Fahrtrichtung mit dem Schornstein voraus) einerseits das Kesselwasser nach hinten wandert und andererseits auch durch den Angriff der Schlepplast der vordere Teil der Lokomotive entlastet wird, ist auf diese Weise ein gewisser Ausgleich geschaffen, um auf den Steigungen und für die gröfste erforderliche Zugkraft gleiches Reibungsgewicht für beide Achsgruppen zu erhalten. Dieser Punkt, der für Tenderlokomotiven wegen der Verschiebung des Wasservorrats noch wichtiger ist, wird beim Entwurf von Gelenklokomotiven oft nicht beachtet und führt dann zum Schleudern des Vordergestelles bzw. zur ungenügenden Ausnützung der Zylinderzugkräfte im Augenblick der gröfsten Zugkraft-Entfaltung, sofern nicht etwa durch entsprechende Bemessung der Zylinder deren Zugkraft schon dem ungleichen Reibungsgewicht der beiden Gestelle angepafst ist.

Der Kessel der Lokomotive mit Grofsrohrüberhitzer ist der längste, den die Baufirma bisher hergestellt hat. Seine ganze Länge einschliefslich der Rauchkammer beträgt 17,35 m, der Durchmesser des ersten Schusses innen 2337 mm, derjenige des hintersten Schusses aufsen 2642 mm. Wegen der Umgrenzungslinie konnte der Dom nur noch 140 mm, der Schornstein nur noch 292 mm hoch werden bei einer ganzen Höhe der Lokomotive von 4636 mm. Die Feuerbüchse hat eine Verbrennungskammer von 1753 mm Länge, dagegen fehlen die sonst in Amerika oft verwendeten Wasserrohre in der Feuerbüchse, wenn auch Vorsorge für einen späteren Einbau getroffen ist. Zum Beschicken des mehr als 10 qm grofsen Rostes dient ein doppelter Rostbeschicker. Die Längsnähte zwischen der Feuerbüchsdecke und ihren Seitenwänden, sowie die Verbindungsnaht zwischen Feuerbüchse und Verbrennungskammer sind überlappt und doppelt verschweifst. Die Rauchkammer trägt, wie aus der Textabbildung ersichtlich ist, vorn einen Speisewasservorwärmer und zwei Doppelverbund-Luftpumpen.

Für die Treib- und Kuppelstangen, die Gegenkurbeln, die Kolbenstangen und die Steuerungsteile, sowie für sämtliche Achsen einschliefslich der Laufachsen ist Vanadiumstahl verwendet worden. Sämtliche Kuppelachsen sind durchbohrt. Die Hauptrahmen sind aus Vanadiumstahlgufs mit einer Zugfestigkeit von 57,5 kg, einer Streckgrenze von 33,3 kg, einer Dehnung von 25,2% und einer Einschnürung von 46,8%.

Für die Fahrt durch die teilweise sehr langen Tunnels sind zwei Ventilatoren zur Lüftung des Führerstandes vorgesehen. Sie werden durch zwei der für die Lokomotivbeleuchtung verwendeten Turbinen mit angetrieben und saugen die Luft durch Rohre aus dem unter dem Führerhaus zwischen Lokomotive und Tender gelegenen Raum an. Ob allerdings dieser Raum mit seiner wegen der Nähe der Feuerbüchse doch sicher ziemlich hohen Temperatur hierfür besonders geeignet ist, mag dahingestellt bleiben. Von der übrigen Ausrüstung sind noch zu erwähnen drei Sicherheitsventile,

ein Nathan-Öler mit 8 Anschlüssen, sowie eine Vorrichtung zum Schmieren der Spurkränze. Der Tender hat die Bauart Vanderbilt.

Die Hauptabmessungen von Lokomotive und Tender sind:

Kesselüberdruck p	14,4 at
Zylinderdurchmesser d	584 mm
Kolbenhub h	813 „
Kesseldurchmesser außen (größter)	2642 „
Feuerbüchse: Länge	5185 „
Weite	2445 „
Heizrohre: 278 Stück, Durchmesser	57
Rauchrohre: 60 Stück, Durchmesser	140
Rohrlänge	7315 „
Heizfläche der Feuerbüchse einschl. Verbrennungskammer	43,5 qm
Heizfläche der Rohre	555 qm
„ des Überhitzers	175 „
Heizfläche im ganzen H	773,5 qm
Rostfläche R	10,5 „
Durchmesser der Treibräder	1448 mm
„ „ Laufräder vorn 762, hinten	1067 „
Achsstand jedes Gestelles	4801 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	17704 „
„ „ „ „ einschl. Tender	29880 „
Reibungsgewicht G_1	222,5 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	256,0 „
Dienstgewicht des Tenders	95,0 „
Vorrat an Wasser	45,5 cbm
Vorrat an Brennstoff	13,6 t
Größte Zugkraft nach den Angaben der Quelle	46400 kg
H : R =	73,7
H : G =	3,01
$H : G_1$ =	3,49

R. D.

Bücherbesprechungen.

„Die Werkbahn“, Zeitschrift für Wirtschaft und Technik der Industriebahnen, Anschlußgleise, Schmalspurbahnen, Wasseranschlüsse und Förderanlagen Verlag H. Apitz, Berlin W 57. Monatlich 2 Hefte.

Seit Juli erscheint unter dem vorgenannten Titel eine neue Zeitschrift, die, wie in den dem ersten Heft beigegebenen Einführungsworten gesagt ist, ein Gebiet pflegen will, das noch als Neuland gelten muß, nämlich das Gebiet, das von den Interessen aller Anschlußgleisinhaber berührt wird. Der neuzeitliche Werkbetrieb von einiger Bedeutung wird ohne Anschlußgleis, ohne Werkbahn nicht auskommen. In jedem solcher Betriebe können daher durch das Zusammenarbeiten mit der Eisenbahnbehörde Fragen technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher Natur auftauchen, die der Werkinhaber oder die Werkleitung oft genug nicht ohne weiteres zu lösen imstande sein wird. Es sei nur an die Vorbedingungen erinnert, die erfüllt sein müssen, ehe ein Gleisanschluß hergestellt werden kann, an die vielen Feinheiten der Frachtverträge und Frachtberechnungen, an die verschiedenen Haftpflichtmöglichkeiten und dgl. mehr. Hier vermittelnd und beratend aufzutreten, hat sich die neue Zeitschrift als Aufgabe gestellt. Dabei sollen auch alle Arten von Bahnen, die hinter dem Anschlußgleis liegen, also auch Schmalspur-, Hänge- und Seilbahnen und Fabrikfördervorrichtungen in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden.

Verschiedenes.

Die deutsche Verkehrsausstellung München 1925.

Im nächsten Jahre findet in München eine deutsche Verkehrsausstellung statt, die eine der größten und bedeutendsten Ausstellungen der letzten Jahre zu werden verspricht.

Sie wird sämtliche Gruppen des Verkehrs: Landverkehr, Wasser- und Luftverkehr umfassen. Die Einteilung der Gruppen ist folgende:

Gruppe A: Landverkehr. Abteilung I: Bahnverkehr. Klasse 1: Entwurf und Bau von solchen Anlagen einschließlich der Baustoffe, Maschinen und Werkzeuge für den Bau. Klasse 2: Betriebsanlagen und Einrichtungen einschließlich des Sicherungswesens. Klasse 3: Verkehrsmittel. Klasse 4: Werkstättenanlagen und Einrichtungen. — Abteilung II: Straßenverkehr. Klasse 1: Entwurf und Bau von Straßen aller Art, einschließlich der Baustoffe, Maschinen und Werkzeuge für den Bau. Klasse 2: Verkehrsmittel mit menschlicher und tierischer Betriebskraft einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 3: Verkehrsmittel mit motorischer Betriebskraft einschließlich der Ausrüstungsgegenstände.

Gruppe B: Wasserverkehr. Abteilung I: Binnenverkehr. Klasse 1: Entwurf und Bau von Anlagen für Kanal-, Fluß- und Binnensee-Verkehr einschließlich der Baustoffe, Maschinen und Werkzeuge. Klasse 2: Betriebseinrichtungen und Sicherungswesen. Klasse 3: Verkehrsmittel einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 4: Anlagen für Bau und Instandhaltung der Verkehrsmittel. Abteilung II: Seeverkehr. Klasse 1: Entwurf und Bau von Anlagen für den Seeverkehr. Klasse 2: Betriebseinrichtungen und Sicherungswesen. Klasse 3: Verkehrsmittel einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 4: Anlagen für den Bau und Instandhaltung der Verkehrsmittel.

Gruppe C: Luftverkehr. Klasse 1: Ballone aller Art einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 2: Flugzeuge aller Art einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 3: Betriebsanlagen und Sicherungen.

Gruppe D: Post, Telegraphie, Fernsprech- und Funkwesen. Klasse 1: Postbetriebswesen. Klasse 2: Telegraphie. Klasse 3: Fernsprechwesen. Klasse 4: Funkwesen.

Gruppe E: Allgemeines. Klasse 1: Psychotechnische Eignungsverfahren. Klasse 2: Unterrichtswesen. Klasse 3: Berufs- und Schutzkleidung. Klasse 4: Verkehrswerbung. Klasse 5: Literatur. Klasse 6: Der Film im Verkehrswesen.

Die Abteilung „Eisenbahn“ wird, nachdem sich auch die D.R.B. daran beteiligt, besonderes Gewicht erhalten. Es sollen in ihr alle Gebiete des Eisenbahnwesens: Bahnbau, Fahrzeuge, Verkehr, Betrieb, Werkstättewesen und Verwaltung vertreten sein. Als Ziel ist dabei aufgestellt, einerseits breiten Volksschichten die Bedeutung des Verkehrswesens und aller seiner Einrichtungen vor Augen zu führen, andererseits der deutschen und außerdeutschen Fachwelt ein Bild des gegenwärtigen Zustandes und der neuesten Fortschritte des Verkehrswesens seit dem Wiederaufbau zu bieten.

Über den **folgenschweren Zugzusammenstoß im Tunnel zwischen Mainz Hauptbahnhof und Mainz Süd am 1. Oktober**, bei dem eine größere Anzahl Personen getötet oder schwer verletzt wurden, wird von amtlicher Seite der von der Havas verbreiteten Darstellung der Schuldfrage entgegengetreten. Die unmittelbare Ursache kann nur darin erblickt werden, daß in den Streckenabschnitt ein zweiter Zug eingelassen wurde, bevor der erste ihn verlassen hatte, entgegen dem auf den deutschen Bahnen geltenden obersten Grundsatz für die Sicherheit des Betriebes. Aus welchem Grunde der vorausfahrende Zug im Tunnel hielt ist gleichgültig, das Anhalten von Zügen auf freier Strecke oder vor Signalen kann ja stets notwendig werden. Im übrigen ist auch der hierfür von der Regie angegebene Grund „schlechtes Funktionieren“ der Kunze-Knorrbremse irreführend; denn der Zug hatte gar keine Kunze-Knorrbremse. Von den 13 vierachsigen D-Zug-Wagen waren vielmehr 12 mit der auch auf den französischen Bahnen verwendeten Westinghousebremse ausgerüstet, während die Lokomotive und der ihr folgende Wagen mit Knorr-Einkammerbremse ausgerüstet waren, die in ihrer grundsätzlichen Bauart, Wirkungsweise und Bedienung mit der Westinghousebremse übereinstimmt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. – C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

1924 — HEFT 15 — 15. NOVEMBER

ORGAN

FÜR DIE

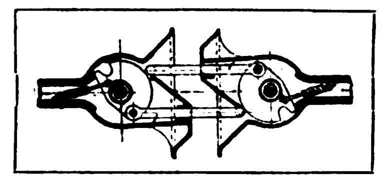
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.



// Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang — 15. November 1924 — Heft 15

Leistungsmafsstab für Lokomotivausbesserungswerke.

Von Oberregierungsbaurat **Weese**, Magdeburg Buckau.

(Schlufs von Seite 152.)

10. Aufstellung der Ausbesserungseinheiten für Zwischenausbesserung.

Auch bei Zwischenausbesserungen setzen sich die Ausbesserungseinheiten aus einer Zahl von Grundausbesserungseinheiten und der Summe der Zuschlagausbesserungseinheiten zusammen. Während es aber bei den Hauptausbesserungen möglich war, den gröfsten Teil der Arbeiten in den Grundausbesserungen zu erfassen, läfst sich dies bei Zwischenausbesserungen wegen der aufserordentlichen Mannigfaltigkeit der vorkommenden Arbeiten nicht durchführen. Vielmehr dienen hier die Grundausbesserungseinheiten nur dazu, die auch schon bei den kleinsten Ausbesserungen vorkommenden Arbeiten zu bewerten, für welche Zuschlagausbesserungseinheiten nicht festgesetzt sind. Es ist aber bei der grofsen Menge der möglichen Ausbesserungen, die sich ja auf jeden der zahlreichen Teile der Lokomotiven erstrecken können, unmöglich, alle Arbeiten einzeln aufzuführen und dafür Ausbesserungseinheiten aufzustellen. Vielmehr kann nur ein Teil der Arbeiten mit Zuschlagausbesserungseinheiten bewertet werden, und der Rest der Arbeiten mufs durch einen gleichmäfsigen Zuschlag zu diesen Zuschlagausbesserungseinheiten berücksichtigt werden. Denn es kann angenommen werden, dafs mit dem Umfange derjenigen Ausbesserungen, welche durch Zuschlagausbesserungseinheiten bewertet werden, im gleichen Mafse auch der Umfang derjenigen Ausbesserungen steigt, welche nicht durch Zuschlagausbesserungen bewertet werden.

Während bei den Hauptausbesserungen die Werte für jede einzelne Lokomotivgattung besonders errechnet sind, ist hiervon bei den Zwischenausbesserungen abgesehen worden, da die für die ganze Werkwirtschaft verhältnismäfsig geringe Bedeutung der Zwischenausbesserungen die Umständlichkeit genauerer Berechnungen nicht rechtfertigt. Es sind vielmehr die Lokomotivgattungen in mehrere Gruppen zusammengefafst. Trotzdem ergibt sich infolge der grofsen Zahl der Zuschlagausbesserungsarbeiten eine umfangreiche Zahlentafel, von deren Veröffentlichung hier wegen Platzmangels abgesehen werden mufs.

Übersicht 10.

Monatliche Leistung an Lokomotivausbesserungseinheiten im eigenen Werk.

Der im Monat ausgegangenen Lokomotive oder des im Monat fertiggestellten Ersatzkessels oder Ersatztenders bzw. fremden Kessels oder Tenders: Nr.	Eigentumsbezeichnung bzw. Hersteller	Ansatz für die Berechnung der geleisteten Ausbesserungseinheiten (bei Lokomotiven ausschliefslich Ausbesserungseinheiten für eingebaute Ersatzkessel oder Ersatztender und in anderen Werken wiederhergestellte lokomotiveigene Kessel oder Tender)	Geleistete Ausbesserungseinheiten nach Spalte 3: Gestell mit Maschine	Kessel	Tender	Einzelsumme Sp. 4 + Sp. 5 + Sp. 6	Gesamtsumme Sum. Sp. 7
1	2	3	4	5	6	7	8
2442	Magdeburg	$\boxed{G}\,\delta + \boxed{T}\,\gamma$	4520	—	870	5390	
2444	Magdeburg	$\boxed{G}\,\delta$	4520	—	—	4520	
4997	Magdeburg	Gz (1 + 5) + Kz 6 + Tz 15	1725	175	80	1980	
5200	Erfurt	Gz (4 + 7) + Kz 7 + Tz 3	1810	40	50	1900	
5162	Berlin	$\boxed{G}\,\alpha + \boxed{K}\,\alpha$ + 215 t + 134 u + 24 v . . .	4000	1500	—	5500	
5262	Königsberg	$\boxed{G}\,\beta + \boxed{K}\,\alpha$ + 417 t + 135 u + 24 v + $\boxed{T}\,\gamma$	4200	1663	720	6583	
5409	Magdeburg	$\boxed{G}\,\beta + \boxed{K}\,\alpha$ + 452 t + 118 u + 26 v + $\boxed{T}\,\gamma$	4430	1656	720	6806	
5472	Magdeburg	$\boxed{G}\,\beta + \boxed{K}\,\alpha$ + 290 t + 117 u + 26 v + $\boxed{T}\,\beta$	4430	1525	640	6595	
						usw.	
EK 1493	Borsig 11015	$\boxed{K}\,\gamma$ + 33 e γ + p + 769 t	—	3815	—	3815	
						usw.	196000

Summe der gekauften Ausbesserungseinheiten	Summe der von anderen Ausbesserungswerken bezogenen Ausbesserungseinheiten	Summe der verkauften Ausbesserungseinheiten	Summe der für andere Ausbesserungswerke geleisteten Ausbesserungseinheiten	Summe der für Lokomotivausbesserung in Bahnbetriebswerken geleisteten Ausbesserungseinheiten	Saldo der Ausbesserungseinheiten des Ersatzteillagers	Summe der im eigenen Werk geleisteten Ausbesserungseinheiten Sp. 8 — Sp. 9 — Sp. 10 + Sp. 11 + Sp. 12 + Sp. 13 + Sp. 14
9	10	11	12	13	14	15
4000	2000	300	700	8000	+ 1000	200000

11. Aufwand an Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten.

Wie bereits früher im Abschnitt 6 ausgeführt, soll beim gekürzten Leistungsmafsstab kein Vergleich zwischen Leistung und Aufwand für jede einzelne ausgebesserte Lokomotive erfolgen, sondern nur ein Vergleich zwischen derjenigen Leistung, welche an den im Laufe eines Monats ausgegangenen Lokomotiven während der Zeit ihrer Ausbesserung insgesamt vollbracht worden ist, und dem gesamten Aufwand in dem betrachteten Monat.

Bei Aufstellung der Leistung wird zunächst nach denselben Grundsätzen wie beim vollen Leistungsmafsstab vorgegangen. Es werden also die geleisteten Ausbesserungseinheiten für jede einzelne im Monat ausgegangene Lokomotive, getrennt nach Maschine mit Gestell, Kessel und Tender, festgestellt. Die Berechnung ist in Übersicht 10, welche ein Beispiel für die monatlich zu fertigende Zusammenstellung der Leistung eines Ausbesserungswerkes darstellt, durchgeführt. In den Spalten 1 und 2 sind aufser den im Laufe des Monats ausgegangenen Lokomotiven auch die im Monat fertiggestellten



Ersatzkessel und Ersatztender einzutragen, unabhängig davon, ob diese Ersatzkessel oder Ersatztender im eigenen Werk verbleiben oder an andere Werke abgesandt sind. Bei der Berechnung der geleisteten Ausbesserungseinheiten für die einzelnen Lokomotiven dürfen daher die Ausbesserungseinheiten der etwa verwendeten Ersatzkessel und Ersatztender in Spalte 5 und 6 nicht in Ansatz gebracht werden, da sie ja bereits im Fertigungsmonat in Spalte 5 und 6 eingesetzt sind. Werden in einem Werk auch Kessel oder Tender wiederhergestellt, die zu Lokomotiven gehören, welche in einem anderen Werke ausgebessert werden, so sind auch diese Kessel oder Tender in die Spalte 1 der Übersicht aufzunehmen. Der Ansatz für die Berechnung in Spalte 3 ist so darzustellen, dafs die Nachprüfung der rechnerischen Richtigkeit der Zahlen in den Spalten 4, 5 und 6 auf Grund dieses Ansatzes möglich ist. Für die Übereinstimmung des Ansatzes mit den tatsächlich ausgeführten Arbeiten ist ein Beamter besonders verantwortlich zu machen, damit die Richtigkeit der Hauptgrundlage für alle weiteren Ermittlungen gewährleistet ist. Die Aufstellung des Ansatzes in Spalte 3 und die Berechnung der Ausbesserungseinheiten in Spalte 4—6 geschieht unter Benutzung der Übersicht 9, sowie der hier nicht veröffentlichten Übersicht über Ausbesserungseinheiten bei Zwischenausbesserungen.

In der so in Spalte 8 erhaltenen Monatsleistung sind neben den im eigenen Werke geleisteten Ausbesserungseinheiten auch fremde Ausbesserungseinheiten enthalten, d. h. solche, welche in Privatwerken oder anderen Ausbesserungswerken geleistet wurden. Diese fremden Ausbesserungseinheiten müssen von der Summe in Spalte 8 abgezogen werden, um die im eigenen Werk geleisteten Ausbesserungseinheiten zu erhalten.

Die Gröfse der Ausbesserungseinheiten, welche für die einzelnen ausgegangenen Lokomotiven auswärts geleistet wurden, läfst sich in den Werken mit der bisher üblichen Buchführung nicht ermitteln. Eine Berücksichtigung dieser Ausbesserungseinheiten läfst sich aber derart vornehmen, dafs an ihrer Stelle die Ausbesserungseinheiten für alle Gegenstände abgezogen werden, welche in dem Berichtsmonat von auswärts bezogen wurden, bzw. auswärts ausgebessert wurden. Die von Privatfirmen gekauften Gegenstände können auf Grund der Eintragungen im Wirtschaftsbuch leicht festgestellt werden. In einer besonderen Übersicht ist der Stundenaufwand zu errechnen, der für diese Gegenstände und zwar bei neuen Gegenständen für die Herstellung, bei ausgebesserten Gegenständen für die Ausbesserung im eigenen Werk erforderlich gewesen wäre. Dieser Stundenaufwand wird zur Vereinfachung den in Betracht kommenden Ausbesserungseinheiten gleich gesetzt und in Spalte 9 eingetragen. Natürlich bleibt hier der Stundenaufwand ohne Berücksichtigung, welcher zur Herstellung der in Übersicht 1 aufgeführten Gegenstände erforderlich gewesen wäre, da dieser Stundenaufwand ja in den Ausbesserungseinheiten überhaupt nicht enthalten ist. Wird durch diese Art der Berücksichtigung der fremden Ausbesserungseinheiten auch einmal ein Monat stark belastet, so tritt doch in späteren Monaten eine genau der früheren Belastung entsprechende Entlastung ein.

In ähnlicher Weise müssen auch die von anderen Ausbesserungswerken bezogenen Ausbesserungseinheiten in Spalte 10 ermittelt werden. Die Grundlage für diesen Wert geben die zu erstattenden Mitteilungen der liefernden Ausbesserungswerke, die ihrerseits die geleisteten Ausbesserungseinheiten in Spalte 12 buchen. Durch diese gegenseitige Belastung und Entlastung von Ausbesserungseinheiten wird eine wirksame Kontrolle erreicht. Werden etwa von einem Ausbesserungswerk ganze Kessel oder Tender für ein anderes Werk ausgebessert, die aber nicht Ersatzkessel oder Ersatztender sind, sondern wieder in die Lokomotiven eingebaut werden, aus der sie ausgebaut wurden, so erscheinen die geleisteten Ausbesserungseinheiten bei dem Lieferwerk in Spalte 1—7. Das empfangende Werk braucht diese Ausbesserungseinheiten in Spalte 10 nicht einzusetzen, da sie ja auch in dem Ansatz nach Spalte 3 in den Ausbesserungseinheiten für die ausgegangene Lokomotive nicht berücksichtigt sind. Sind etwa Lokomotivausbesserungseinheiten für Private ausgeführt, so würde der Umfang der Arbeiten auf Grund des Kontobuchs ermittelt werden können und die entsprechenden Ausbesserungseinheiten wären in Spalte 11 einzusetzen.

Weiterhin sind noch die Leistungen für die Lokomotivausbesserung in Bahnbetriebswerken zu berücksichtigen. Solange nicht Ausbesserungseinheiten für die Lieferung der einzelnen Ersatzteile und sonstige Ausbesserungsarbeiten aufgestellt sind, können nach den im Verwaltungsbereich der Gruppe Preufsen obwaltenden Verhältnissen 16 Ausbesserungseinheiten monatlich für jede ständig zu unterhaltende Lokomotive hierfür in Spalte 13 in Ansatz gebracht werden.

Schliefslich müssen noch die für das Ersatzteillager des eigenen Werkes geleisteten Ausbesserungseinheiten Berücksichtigung finden. Die Ausbesserungseinheiten für Ersatzteile, welche an im eigenen Werk ausgebesserten Lokomotiven verwendet wurden, sind bereits in Spalte 8 und die Ausbesserungseinheiten für Ersatzteile, welche an die Bahnbetriebswerke gesandt wurden, in Spalte 13 enthalten. Es darf daher in Spalte 14 nur das Saldo der Ausbesserungseinheiten für die ins Ersatzteillager eingegangenen und aus demselben entnommenen Ersatzstücke eingesetzt werden, das positiv oder negativ sein kann. Solange keine Aufschreibungen hierüber geführt werden, kann die Spalte 14 unausgefüllt bleiben, da ja nur das Ergebnis des einzelnen Monats beeinflufst wird, der Ausgleich aber im Laufe der Monate mit Sicherheit erfolgt.

Durch Abziehen der fremden Ausbesserungseinheiten von dem Wert in Spalte 8 und Zuzählen der für andere Stellen geleisteten Ausbesserungseinheiten wird in Spalte 15 die gesamte im eigenen Werk vollbrachte Leistung erhalten, die nach dem Beispiel 200000 Ausbesserungseinheiten beträgt.

Dieser Monatsleistung soll der Aufwand im gleichen Zeitraum gegenübergestellt werden. Bezüglich des Aufwandes an Arbeitskraftstunden ist dieser Vergleich in Übersicht 11 durchgeführt. In Spalte 1 sind zunächst die insgesamt im Monat aufgewendeten Arbeitskraftstunden eingetragen. Urlaubsstunden und Krankenstunden sind dabei aufser Ansatz zu lassen. Unter Arbeitskräften sind alle im Werk beschäftigten Personen verstanden — Beamte, Angestellte und Arbeiter —. Es empfiehlt sich nämlich auch die Beamten und Angestellten in die Rechnung mit einzubeziehen, da in dem einen Werke bestimmte Tätigkeiten — z. B. Zeitermittlung — von Beamten, in anderen Werken von Arbeitern ausgeübt werden. Auch wird der Vergleich auf diese Weise insofern zutreffender, als der Mehraufwand an Beamten in weitgehend organisierten und daher weniger Arbeiter brauchenden Werken mit in die Wagschale gelegt wird. Nachdem durch den neuen Lohntarif die Lohnzahlung nach Kalendermonaten festgelegt ist, können die im Monat aufgewendeten Arbeitsstunden unmittelbar aus der bereits geführten »Übersicht der Tagewerke« entnommen werden. Von den insgesamt aufgewendeten Arbeitskraftstunden dürfen der Leistung in Spalte 15 der Übersicht 10 nur die für die Lokomotivausbesserung verwendeten Arbeitskraftstunden gegenübergestellt werden. Um diese genau zu erfassen, bedarf es der Einführung einer neuen Buchungsweise, doch kann eine ungefähre Ermittlung vorläufig unter Benutzung der von allen Werken schon jetzt erstatteten Meldung über die Zahl der in den Eisenbahnhauptwerkstätten beschäftigten Beamten, Angestellten und Arbeiter erfolgen. (Erlafs E. VII. 77. D. 20.503 vom 3. 12. 21.) Sind z. B. nach der zuletzt erstatteten Meldung vorhanden:

Arbeiter unmittelbar an Lokomotivausbesserung . . . 800
» » » Personen-, Post- u. Gepäckwagenausbesserung 100
» » » Triebwagenausbesserung . . . 25
» » » Güterwagenausbesserung . . . 200
» nicht unmittelbar an Fahrzeugausbesserung . . 575
» weder unmittelbar noch mittelbar an Fahrzeugausbesserung 50
Sa. 1750

so entfallen unmittelbar und mittelbar auf Lokomotivausbesserung zur betrachteten Zeit

$$800 + \frac{575 \cdot 800}{800 + 100 + 25 + 200 + 50} = 1191 \text{ Arbeiter.}$$

Unter Anwendung dieses Verhältnisses der bei Lokomotivausbesserungen beschäftigten Arbeiter zur Gesamtarbeiterzahl, welches, falls nicht grofse Verschiebungen in der Arbeiterzuteilung eingetreten sind, als unverändert angenommen werden kann, ergeben sich in Spalte 4 308000 Arbeitskraftstunden, welche auf Lokomotivausbesserung im ganzen entfallen. Diesem Wert ist die in Spalte 5 eingetragene vorher errechneten Leistung von 200000 Ausbesserungseinheiten gegenüberzustellen. Dabei ergibt sich in Spalte 6 ein Istaufwand von 1540 Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten. Als Darfaufwand kann nach dem jetzigen Stande der Technik bei bester Arbeitsausführung, wozu besonders das genaue Vermessen und Berichtigen der Rahmen und Radsätze gehört, 1400 Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten angenommen werden. Unter Zugrundelegung dieses Darfsatzes ergibt sich als Aufwandverhältnis an Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten der Wert 1,10, d. h. es werden in dem betrachteten Werk 10 v. H. zuviel Arbeitskräfte im Vergleich zur Leistung aufgewendet, selbst wenn die geleistete Arbeit zunächst als mustergültig angenommen wird.

12. Aufwand an Lokomotivausbesserungstagen und Lokomotivaufenthaltstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten.

Neben dem Aufwand an Arbeitskraftstunden ist bei einem Lokomotivausbesserungswerk der Aufwand an Lokomotivausbesserungstagen und Lokomotivaufenthaltstagen von besonderer Bedeutung. Je länger sich die Lokomotiven in Ausbesserung im Werk befinden, um so gröfser müssen die Werkanlagen sein, um so höher werden also die Abschreibungs- und Verzinsungskosten für die Lokomotivstände mit den teuren Hebevorrichtungen und hohen Baulichkeiten und für die Räume zum Lagern der zahlreichen abgebauten Teile sein. Auch wird die Übersicht geringer und die Förderwege werden länger. Ferner wachsen mit steigenden Lokomotivaufenthaltstagen die Kosten für die Verzinsung der Lokomotiven.

In Spalte 6 der Übersicht 12 sind die Lokomotivausbesserungstage für jede im Monat ausgegangene Lokomotive derart berechnet, dafs von den Kalendertagen vom Tage der Inangriffnahme der Ausbessserungsarbeit bis zum Ausgang der Lokomotive die Werkstillstandstage abgezogen sind. Wenn auch während dieser arbeitsfreien Tage Verzinsungskosten und teilweise auch Abschreibungskosten für die Werkanlagen entstehen, so ist es doch für den vorliegenden Zweck, die Ausbesserungswerke für den Aufwand an Ausbesserungstagen haftbar zu machen, vorteilhafter, die Sonn-, Feier- und sonstigen Ruhetage auszuschalten, da sich so übersichtlicher beurteilen läfst, ob die Ausbesserungstage in angemessenem Verhältnis zu der geleisteten Arbeitsmenge stehen.

Diese letztere Feststellung erfolgt bereits seit 1. Januar 1923 in allen Ausbesserungswerken der Deutschen Reichsbahn auf Grund der »Anweisung für die Ermittlung des Zeitenverhältnisses in Lokomotivausbesserungswerken« (Anlage 8 der Heidelberger Niederschrift vom Mai 1922.) In dieser Anweisung sind für alle Arten der Ausbesserungen und für alle Lokomotivgattungen der Reichsbahn Darfausbesserungszeiten aufgestellt, die durch Addition einer Grundausbesserungszeit und einer Zuschlagausbesserungszeit gebildet werden. Für die Wahl der Zuschlagausbesserungszeit ist die mafsgebende Arbeit bestimmend, d. h. diejenige, welche die längste Ausbesserungszeit ergibt. Die anderen noch auszuführenden Arbeiten werden bei der Bestimmung der Darfausbesserungszeit nicht berücksichtigt, obwohl sie häufig von grofsem Einflufs auf die Ausbesserungszeit sind.

Nachdem jetzt die Ausbesserungseinheiten für alle Arten der Ausbesserungen und für alle Lokomotivgattungen aufgestellt sind, sollte das genannte umständliche und trotzdem unvollkommene Verfahren verlassen werden. Es erscheint genügend, den Aufwand an Lokomotivausbesserungstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten mit dem noch festzusetzenden Darfaufwand hierfür zu vergleichen.

Dabei sind nicht die Ausbesserungseinheiten der in Spalte 15 der Übersicht 10 ermittelten Leistung des eigenen Werkes, sondern der in Spalte 9 der folgenden Übersicht 13 angegebene Wert in Anwendung zu bringen, der auch alle von anderen Werken geleisteten Ausbesserungseinheiten einschliefslich derjenigen der eingebauten Ersatzkessel und Ersatztender enthält; denn es soll ja erfafst werden, mit welcher Beschleunigung Lokomotiven von bestimmtem Ausbesserungsumfang fertiggestellt wurden, wobei ohne Belang ist, ob die Arbeiten zum Teil auswärts geleistet wurden. Würde anders verfahren werden, so würden z. B. Werke ohne eigene Kesselschmiede ungünstig erscheinen, da die Ausbesserungseinheiten für die Kessel aufser Ansatz bleiben würden.

Für die Festsetzung des Darfaufwandes an Ausbesserungstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten können die an anderer Stelle*) angestellten Erhebungen zu Grunde gelegt werden, nach denen 2,7 Ausbesserungstage für 1000 Ausbesserungseinheiten erforderlich sind. Allerdings wird in Wirklichkeit die notwendige Ausbesserungszeit den Ausbesserungseinheiten nicht proportional sein, insbesondere werden bei kleinen Zwischenausbesserungen meist mehr Ausbesserungstage gebraucht werden, doch kann zunächst mit diesem Mitteldarfwert gerechnet werden. Sind erst genügend weitere Erfahrungen gesammelt, und lassen diese eine unterschiedliche Behandlung wünschenswert erscheinen, so könnten ohne Schwierigkeit für die verschiedenen behandelten

Übersicht 11.
Aufwandsverhältnis an Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten.

Insgesamt im Monat aufgewendete Arbeitskraftstund. (ausschl. Urlaubs- u. Krankenstunden) (Beamte u. Arbeiter)	Gesamtzahl der Arbeiter nach der letzten Meldung auf Grund d. Erlasses E VII 77 D 20.503 v. 3. 12. 21.	Von den Arbeitern in Sp. 2 waren an Lokomotivausbesserung tätig	Im Monat für Lokomotivausbesserung aufgewendete Arbeitskraftstunden = Sp. 1 . Sp. 3 / Sp. 2 (Beamte u. Arbeiter)	Summe der im eigenen Werk geleisteten Ausbesserungseinheiten = Sp. 15 der Übersicht 10	Istaufwand an Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten = Sp. 4 . 1000 / Sp. 5	Darfaufwand an Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten	Aufwandsverhältnis an Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten = Iststunden / Darfstund. = Spalte 6 / Spalte 7
1	2	3	4	5	6	7	8
452000	1750	1191	308000	200000	1540	1400	1,10

*) Siehe Weese, Ständezahl und Belegschaftsstärke in Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen Nr. 39, Jahrg. 1924, S. 741.

Ausbesserungsarten verschiedene Darfausbesserungstage je 1000 Ausbesserungseinheiten festgesetzt werden.

Die Teilung des Istaufwandes an Ausbesserungstagen in Spalte 9 durch den Darfaufwand in Spalte 10 ergibt in Spalte 11 das Aufwandverhältnis an Ausbesserungstagen, das im vorliegenden Fall 2,33 beträgt. Es sind also 133 v. H. zu viel Ausbesserungstage gebraucht worden.

Die Lokomotivausbesserungstage setzen sich mit den Lokomotivwartetagen zu Lokomotivaufenthaltstagen zusammen. Es erscheint erforderlich, auch den Aufwand an Aufenthaltstagen zu überwachen, da dieser Wert bestimmend für den Zinsverlust ist, der durch Nichtbenutzbarkeit der Lokomotive entsteht. Der tatsächliche Aufwand an Aufenthaltstagen ist in Spalte 12 der Übersicht 12 je Lokomotive und in Spalte 13 für alle Lokomotiven zusammen ermittelt. Die Werkstillstandstage sind hier nicht abgezogen, so dafs durch Einsetzen der Kalendertage dem Gesamtzinsverlust in richtiger Weise Rechnung getragen wird. Das Abziehen der Stillstandstage ist hier nämlich nicht angebracht, da für die Höhe der Aufenthaltstage das Ausbesserungswerk nicht in gleicher Weise wie bei den Ausbesserungstagen verantwortlich gemacht werden kann. Allerdings braucht jedes Werk eine gewisse Anzahl von Lokomotiven als Arbeitsvorrat, um entsprechend dem Arbeitsfortschritt an den in Ausbesserung befindlichen Lokomotiven die Arbeiten an weiteren Lokomotiven in Angriff nehmen zu können, sodafs Arbeitskräfte und Werkanlagen voll ausgenutzt werden. Und dieser notwendige Arbeitsvorrat wird am geringsten und

Übersicht 12.

Aufwandsverhältnis an Lokomotivausbesserungstagen und Lokomotivaufenthaltstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten.

Der ausgegangenen Lokomotive Nr.	Eigentumsbezeichnung	Tag des Eingangs der Lokomotive	Tag der Inangriffnahme der Ausbesserung	Tag des Ausgangs der Lokomotive	Lokomotivausbesserungstage in Arbeitstagen je Lokomotive = Sp 5 – Sp 4 abzüglich Werkstillstandstage	Lokomotivaufenthaltstage in Kalendertagen je Lokomotive = Sp.5 – Sp.3
1	2	3	4	5	6	12
2442	Magdeburg	7. 11. 23	30. 11. 23	29. 1. 24	48	83
2444	Magdeburg	7. 11. 23	16. 11. 23	31. 1. 24	61	85
4997	Magdeburg	28. 11. 23	13. 12. 23	10. 1. 24	21	43
5200	Erfurt	25. 8. 23	11. 12. 23	10. 1. 24	23	138
5162	Berlin	14. 11. 23	22. 11. 23	8. 1. 24	37	55
5262	Königsberg	1. 11. 23	10. 11. 23	26. 1. 24	62	86
5409	Magdeburg	18. 10. 23	3. 11. 23	14. 1. 24	57	88
5472	Magdeburg	26. 11. 23	1. 12. 23	25. 1. 24	44	60
					usw.	usw.

Lokomotivausbesserungstage in Arbeitstagen f. alle Lokomotiven zusammen = Summe Sp. 6	Leistung in Ausbesserungseinheiten insgesamt in Ausbesserungswerk. = Sp. 9 d. Übersicht 13	Istaufwand an Ausbesserungstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten = $\frac{Sp. 7}{Sp. 8} \cdot 1000$	Darfaufwand an Ausbesserungstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten	Aufwandsverhältnis an Ausbesserungstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten = $\frac{Sp. 9}{Sp. 10}$	Lokomotivaufenthaltstage in Kalendertagen für alle Lokomotiven = Summe Sp. 12	Istaufwand an Aufenthaltstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten = $\frac{Sp. 13}{Sp. 8} \cdot 1000$	Darfaufwand an Aufenthaltstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten	Aufwandsverhältnis an Aufenthaltstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten = $\frac{Sp. 14}{Sp. 15}$
7	8	9	10	11	13	14	15	16
1512	240000	6,31	2,7	2,33	2501	10,42	3,8	2,74

damit die unvermeidliche Wartezeit am kürzesten werden, wenn die Arbeitsorganisation des Ausbesserungswerkes auf höchster Stufe steht. Aber die tatsächliche Wartezeit wird auch durch andere aufserhalb des Einflufsbereiches des Ausbesserungswerkes liegende Umstände beeinflufst. Denn dem Werke werden die ausbesserungsbedürftigen Lokomotiven durch die Bahnbetriebswerke unter Vermittlung einer Ausgleichstelle zugeführt. Von der Tätigkeit dieser Ausgleichstelle und der Ausführung ihrer Weisungen durch die Betriebswerke hängt es ab, ob der für das Werk notwendige Arbeitsvorrat und nur dieser regelmäfsig gestellt wird. Geschieht die Gestellung nicht mit voller Pünktlichkeit, so mufs das Werk ständig einen gröfseren Arbeitsvorrat halten, um auch bei unpünktlicher Belieferung vor Störungen im Werkbetrieb gesichert zu sein.

Als Darfaufwand an Aufenthaltstagen können auf Grund der Ausführungen an der genannten Stelle 3,8 Kalendertage je 1000 Ausbesserungseinheiten angenommen werden. Unter Zugrundelegung dieses Wertes ergibt sich in Spalte 16 das Aufwandsverhältnis an Aufenthaltstagen zu 2,74. Es sind also 174 v. H. zu viel Aufenthaltstage gebraucht worden.

13. Aufwand an Gesamtkosten je 1000 Ausbesserungseinheiten.

In ähnlicher Weise wie die Arbeitskräfte, die Ausbesserungstage und die Aufenthaltstage kann auch der sonstige Aufwand, z. B. die Werkstoffe und die Betriebsstoffe verschiedener Art der Leistung in Ausbesserungseinheiten gegenüber gestellt werden. Schliefslich kann auch der gesamte Aufwand, ausgedrückt in den Gesamtkosten, mit der Leistung verglichen werden. In den Gesamtkosten würde auch der Aufwand an Aufenthaltstagen mit berücksichtigt sein, indem mit steigenden Aufenthaltstagen die Abschreibungs- und Verzinsungskosten steigen. Bringt man die Kosten je 1000 Ausbesserungseinheiten mit den festzusetzenden Darfkosten in Beziehung, so gewinnt man in dem Aufwandsverhältnis an Gesamtkosten den vollendeten Mafsstab für die Wirtschaftlichkeit des gesamten Betriebes.

Zur Aufstellung der Darfkosten bedarf es eingehender Ermittlungen in einigen Ausbesserungswerken. Es mufs nämlich in einigen Werken eine genaue Berechnung der Selbstkosten eingerichtet werden, die es ermöglicht, die Selbstkosten für die verschiedenen Arten der Ausbesserungen, welche für die Hauptausbesserungen in der Übersicht 9 aufgeführt sind, zu berechnen. Denn es genügt nicht, nur die Selbstkosten je 1000 Ausbesserungseinheiten zu ermitteln, da die Selbstkosten nach der Art der Arbeit aufserordentlich verschieden sind, je nachdem ob teuere Maschinen benutzt werden oder nur Handarbeit vorliegt, ob viele und teuere Stoffe verwendet werden oder nur Arbeit erforderlich ist, usw. Das Ziel würde also sein, ähnliche Aufstellungen wie die Übersicht 9 und die hier nicht veröffentlichten Übersichten für Zwischenausbesserungen zu fertigen, in denen statt Ausbesserungseinheiten Darfkosten in Mark eingetragen sind. Dann könnten die Gesamtdarfkosten in einfacher Weise nach dem Ansatz in Spalte 3 der Übersicht 10 berechnet und in dem Quotienten $\frac{\text{Istkosten}}{\text{Darfkosten}}$ das gesuchte Aufwandsverhältnis an Gesamtkosten gefunden werden.

Weiterhin ist nach Aufstellung solcher Darfkostenübersichten die Möglichkeit gegeben, eine buchmäfsige Gegenüberstellung der Ausgaben und Einnahmen vorzunehmen, also eine kaufmännische Wirtschaftsergebnisrechnung aufzustellen. An die Stelle der Einnahmen würden die Darfkosten zu treten haben. Die Vorarbeiten zum Entwurf solcher Darfkostenübersichten sind in Angriff genommen, indem im Ausbesserungswerk Magdeburg-Buckau eine neuartige Buchhaltung eingeführt ist, welche versucht, mit möglichst geringem Kräfteaufwand hinreichend genaue Ergebnisse bezüglich der Selbstkosten zu erzielen. Durch den Vergleich mit den Selbstkosten für die gleichen Arbeiten in anderen Werken

kann dann später eine Grundlage für die Festsetzung der Darfkosten gewonnen werden.

14. Aufwand an Ausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer. Der Umfang der bei jedesmaligem Aufenthalt einer Lokomotive im Ausbesserungswerk ausgeführten Arbeiten wird nach den früheren Ausführungen durch Ausbesserungseinheiten erfafst. Bei einem Vergleich mehrerer Werke unter dem Gesichtspunkt der geleisteten Ausbesserungseinheiten und der Aufwendungen verschiedener Art darf die Güte der geleisteten Arbeit nicht unberücksichtigt bleiben. Nur wenn die Güte der Arbeit bei den betrachteten Werken die gleiche ist, können die in Ausbesserungseinheiten ausgedrückten Leistungen unmittelbar zum Vergleich dienen.

Anzustreben ist in allen Werken derjenige Gütegrad, der als der wirtschaftliche bezeichnet werden kann, bei dem nämlich die Kosten für die Erzielung der Güte in angemessenem Verhältnis zu den infolge dieses Gütegrades erreichbaren Betriebsleistungen stehen. Wird der Gütegrad über den wirtschaftlichen hinaus gesteigert, so wiegen die infolge des höheren Gütegrades zu erwartenden gröfseren Betriebsleistungen die Mehrkosten für die Erreichung dieses höheren Gütegrades nicht auf. Bei der deutschen Reichsbahn wird versucht, diesen wirtschaftlichen Gütegrad dadurch zu erreichen, dafs unmittelbar nach der Ausführung der Teilarbeiten besondere Arbeitsprüfer des Werkes mit geeigneten Mefsinstrumenten die Genauigkeit und Bearbeitungsgüte nachprüfen und bei verschiedenen Einzelstücken, wie z. B. Speisewasserpumpen, Dampfstrahlpumpen, Luftpumpen, Vorwärmern, Bremsen auch Prüfungen der Wirkungsweise auf besonderen Prüfständen vornehmen. Aufserdem erfolgt nach Beendigung der Ausbesserung jeder Lokomotive eine Abnahme durch besondere Abnahmelokomotivführer der Maschinenämter, also durch Beauftragte der Kunden.

Wenn auch durch die Tätigkeit der Arbeitsprüfer und Abnahmelokomotivführer eine gleichmäfsigere Güte als in früherer Zeit erreicht wird, so ist doch der erzielte Gütegrad immer noch abhängig von dem Geiste der Werkangehörigen und der abnehmenden Personen. Es ist daher erforderlich, den Gütegrad der Ausbesserungen noch besonders zu erfassen, indem die Betriebsleistungen der Lokomotiven mit den aufgewendeten Ausbesserungseinheiten verglichen werden.

Die Betriebsleistungen der Lokomotiven bestehen in der Beförderung eines gewissen Zuggewichtes auf bestimmten Strecken mit bestimmter Geschwindigkeit bei einer bestimmten Zahl von Anfahrten.

Als statistische Unterlagen für die Betriebsleistungen stehen nur die von jeder einzelnen Lokomotive geleisteten Lokomotivkilometer in den Betriebsbüchern zur Verfügung.

Diese von den einzelnen Lokomotiven geleisteten Lokomotivkilometer erfordern einen verschieden hohen Ausbesserungsaufwand je nach den Neigungen der befahrenen Strecken, ihren Krümmungsverhältnissen, dem durchschnittlichen Zuggewicht und der durchschnittlichen Zuggeschwindigkeit, der Häufigkeit des Anfahrens und endlich auch der Beschaffenheit des Speisewassers.

Um die Betriebsleistungen der Lokomotiven in einem Mafs zu erhalten, welches für Lokomotiven bestimmter Gattung den gleichen Ausbesserungsaufwand erfordert, bedarf es daher einer Umrechnung der Lokomotivkilometer, indem diese mit einer an Hand von Erfahrungswerten zu ermittelnden Zahl multipliziert werden, welche dem erhöhenden oder vermindernden Einflufs der angegebenen Umstände gegenüber mittleren Verhältnissen Rechnung trägt. Die so erhaltenen Einheiten mögen als Lokomotivausbesserungskilometer bezeichnet werden.

Im allgemeinen verkehren die auf einem bestimmten Bahnbetriebswerk beheimateten Lokomotiven nach einer festliegenden

Übersicht 13.

Insgesamt aufgewendete Ausbesserungseinheiten je Lokomotive.

Der ausgegangenen Lokomotive: Nummer	Der ausgegangenen Lokomotive: Eigentumsbezeichnung	Aufgewendete Ausbesserungseinheiten ausschl. Ersatzkessel u. Ersatztender u. ausschl. auswärts wiederhergestellter lokomotiveigener Kessel u. Tender = Sp. 7 der Übersicht 10	Ersatzkesselnummer u. Fabriknummer des eingebauten Ersatzkessels	Für den Ersatzkessel od. den auswärts wiederhergestellten lokomotiveigen. Kessel aufgewendete Ausbesserungseinheiten	Fabriknummer des angehängten Ersatztenders	Für den Ersatztender od. den auswärts wiederhergestellten lokomotiveigen. Tender aufgewendete Ausbesserungseinheiten	Insgesamt in Ausbesserungswerken aufgewendete Ausbesserungseinheiten je Lokomotive = Sp. 3 + Sp. 5 + Sp. 7	Für alle Lokomotiven zusammen = Summa Sp. 8	In Bahnbetriebswerken aufgewendete Ausbesserungseinheiten	Seit der letzten in einem Ausbesserungswerk erfolgten Ausbesserung insgesamt aufgewendete Ausbesserungseinheiten = Sp. 8 + Sp. 10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2442	Magdeburg	5390	EK. 20 13299 Henschel	7262			12652		523	13175
2444	Magdeburg	4520	EK. 157 1085 Linke Hofmann	6834	13218 Henschel	870	12224		1602	13826
4997	Magdeburg	1980					1980		1003	2983
5200	Erfurt	1900					1900		304	2204
5162	Berlin	5500			8803 Orenstein	720	6220		541	6764
5262	Königsberg	6583					6583			6583
5409	Magdeburg	6806					6806		16	6822
5472	Magdeburg	6595					6595		401	6996
							usw.		usw.	usw.
								240000		

Diensteinteilung, wobei die Lokomotiven gleicher Gattung in einem Dienstplan zusammengefafst sind. Wenn die Lokomotiven auch z. T. noch aufserplanmäfsige Leistungen vornehmen, so können zur Vereinfachung des Verfahrens doch ohne die Gefahr zu grofser Ungenauigkeit die Lokomotivkilometer aller Lokomotiven einer bestimmten Gattung, welche auf einem bestimmten Bahnbetriebswerk beheimatet sind, mit der Umrechnungszahl multipliziert werden, welche sich für die Lokomotiven dieser Gattung nach dem ständigen Dienstplan dieses Betriebswerkes ergibt.

Nachdem in den Lokomotivausbesserungskilometern ein geeignetes Mafs zur Erfassung der Betriebsleistung geschaffen ist, um dieser den Aufwand an Ausbesserungsarbeit gegenüberstellen zu können, ist Entscheidung über die Wahl der Zeiträume zu treffen, bezüglich deren der Vergleich gezogen werden soll.

Am nächsten liegt es, einen in sich geschlossenen Ausbesserungszeitraum bei jeder Lokomotive zu betrachten, d. h. einen solchen, in welchem nicht nur die laufenden Ausbesserungsarbeiten, sondern auch die gröfseren regelmäfsigen Erneuerungen enthalten sind, von denen als wichtigste die Erneuerung der Feuerbüchse zu gelten hat. Man müfste also der Summe aller Ausbesserungseinheiten, welche seit Anlieferung der Lokomotive bis zur ersten Erneuerung der Feuerbüchse einschliefslich aufgewendet worden sind, die Betriebsleistungen in Ausbesserungskilometern in derselben Zeit gegenüberstellen. Weiterhin würde man die Zeiträume nach Erneuerung der Feuerbüchse bis nach ihrer nächsten Erneuerung betrachten müssen.

Dieser Weg ist der richtige, wenn es sich um Erfassung der Güte der Werkarbeit an der einzelnen Lokomotive oder auch um Gewinnung eines Urteils über die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Lokomotive handelt. Es empfiehlt sich deshalb, in allen Werken eine Lokomotivkartei einzurichten mit je einer Karte für Gestell mit Maschine, Kessel und Tender aller zur Unterhaltung zugeteilten Lokomotiven, in welche die aufgewendeten Ausbesserungseinheiten und die geleisteten Ausbesserungskilometer zahlenmäfsig und bildlich eingetragen werden. Es erscheint durchaus gerechtfertigt, die Kosten der Führung einer solchen Kartei aufzuwenden, da an Hand des Karteiblattes, welches auch Angaben über Lieferer, Lieferjahr, Gewicht, Bauart und Änderungen, sowie bei Ersatzkesseln die für den Einbau wichtigsten Mafse enthält, bei Eingang einer Lokomotive viel zutreffender über die Art der vorzunehmenden Ausbesserungsarbeiten entschieden werden kann als ohne ein solches Hilfsmittel. Für den vorliegenden Zweck, nämlich die laufende Erfassung der Güte der Werkarbeit, sind solche langen Vergleichszeiträume jedoch nicht brauchbar. Denn die ersten vollständigen Ergebnisse würden erst nach Ablauf der genannten in sich geschlossenen Ausbesserungszeiträume, d. h. etwa nach einem Jahrzehnt, vorliegen.

Als kürzere Zeiträume könnte man solche von einer Hauptausbesserung bis zur nächsten Hauptausbesserung wählen. Schon jetzt wird diesem Zeitraum bei einigen Reichsbahndirektionen eine besondere Bedeutung beigelegt, indem verfolgt wird, wieviel km die einzelnen Lokomotiven der verschiedenen Bahnbetriebswerke von einer Hauptausbesserung bis zur nächsten leisten. Es hat sich aber gezeigt, dafs bei diesem Vergleich von Leistung und Aufwand kein zutreffendes Ergebnis gewonnen wird, weil die Zahl und der Umfang der Zwischenausbesserungen nicht berücksichtigt werden. Die scharfe Überwachung der genannten kilometrischen Leistungen durch manche Reichsbahndirektionen hat zu dem unerwünschten Zustand geführt, dafs die Lokomotiven den Ausbesserungswerken jetzt häufig zu Zwischenausbesserungen zugehen, die sich in ihrem Umfang nur wenig von der allgemeinen Ausbesserung unterscheiden. Ein richtiges Bild über die Betriebsleistungen wird daher auf diese Weise nicht gewonnen und aufserdem wird die Leistung des Ausbesserungswerkes nicht richtig erfasst. Auch für den vor-

Über-

Aufwandsverhältnis an Ausbesserungseinheiten

Gattung der Lokomotive	Der ausgegangenen Lokomotive: Nummer	Der ausgegangenen Lokomotive: Eigentumsbezeichnung	Zuständiges Bahnbetriebswerk	Die Lokomotive war zuletzt zur Ausbesserung in	Art der Ausbesserung zu Spalte 5	Übergabe an den Betrieb nach der Ausbesserung zu Spalte 6 am	Eingang zur Ausbesserung im eigenen Werk am	Art der Ausbesserung zu Spalte 8	Geleistete Lokomotivkilometer im Zugdienst seit Übergabe an den Betrieb zu Spalte 7	Umre[illegible] nungs[illegible]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P 8	2442	Magdeburg	Aschersleben	Buckau	Z	23. 5. 23	7. 11. 23	Hi	29707	1.16
„	2441	Magdeburg	Aschersleben	Buckau	H	26. 8. 22	7. 11. 23	Hi	73461	1.1[illegible]
G 8[1]	4997	Magdeburg	Börfsum	Buckau	H	18. 1. 23	28. 11. 23	Z	29061	0.9[illegible]
„	5200	Erfurt	Gerstungen	Meiningen	Hi	16. 5. 22	25. 5. 23	Z	3509	1.00
„	5162	Berlin	Rothensee	Buckau	Hi	5. 5. 22	14. 11. 23	H	42292	1.[illegible]
„	5262	Königsberg	Güsten	Buckau	Hi	13. 5. 22	1. 11. 23	H	46511	0.9[illegible]
G 10	5409	Magdeburg	Buckau	Buckau	Hi	14. 9. 21	18. 10. 23	H	79601	1.0[illegible]
„	5472	Magdeburg	Brg. Ost	Buckau	H	24. 10. 22	26. 11. 23	H	34304	1.06

liegenden Zweck würden ähnliche Nachteile bei der Wahl des Vergleichszeitraumes von Hauptausbesserung zu Hauptausbesserung entstehen.

Da es nun für den vorliegenden Zweck auf einen Vergleich zwischen Leistung und Aufwand für die einzelne Lokomotive gar nicht ankommt, so kann der einfachste Weg gegangen werden, indem als Vergleichszeitraum die Zeit von einer Ausbesserung beliebiger Art in einem beliebigen Ausbesserungswerk oder Privatwerk bis zur nächsten Ausbesserung beliebiger Art in dem jeweilig betrachteten Ausbesserungswerk oder Privatwerk gewählt wird und so monatlich dieselben Lokomotiven zu Grunde gelegt werden, wie bei der Berechnung der Werkleistung.

Es ist nun noch zu prüfen, ob der Vergleichszeitraum vorteilhafter von Beginn der vorhergehenden Ausbesserung bis zum Beginn der im Aufstellungsmonat beendeten Ausbesserung oder vom Ende der vorhergehenden bis zum Ende der im Aufstellungsmonat beendeten Ausbesserung rechnet. Im ersten Falle würden die Betriebsleistungen mit der vorhergehenden Ausbesserungsmenge, im letzten Falle mit der folgenden Ausbesserungsmenge, verglichen werden. Zur Erfassung der Güte der Werkarbeit erscheint zunächst der erste Weg als der richtige. Denn je besser die Ausbesserung war, um so höhere Betriebsleistungen sind erreichbar. Wie später ausgeführt werden wird, sind aber die tatsächlich erreichten Betriebsleistungen auch von der Behandlung der Lokomotiven vor, während und nach der Fahrt und der Güte der Ausbesserungsarbeiten in den Bahnbetriebswerken abhängig. Je besser die Lokomotive im Betrieb unterhalten wird, um so weniger Ausbesserungsmenge ist nachher im Ausbesserungswerk erforderlich. Von diesem Standpunkt aus ist also ein Vergleich der Betriebsleistungen mit der folgenden Ausbesserungsmenge mehr gerechtfertigt. Für den vorliegenden Zweck werden auf beiden Wegen die gleichen Ergebnisse erzielt. Denn der Vergleich soll ja nicht für jede einzelne Lokomotive, sondern für eine gröfsere Zahl von Lokomotiven gezogen werden, wobei sich die Unterschiede ausgleichen. Aus praktischen Gründen ist der Vergleich der Betriebsleistungen mit der **folgenden** Ausbesserungsmenge vorzuziehen. Denn die bei der letzten Ausbesserung geleistete Ausbesserungsmenge wird ja zur Ermittlung der Werkleistung ohnehin aufgestellt, und die so gewonnenen Zahlen können nun unmittelbar auch für den Vergleich mit den Betriebsleistungen verwertet werden. Im anderen Falle müfsten die bei der vorhergehenden Ausbesserung geleisteten Ausbesserungseinheiten erst aus den früheren Aufschreibungen herausgesucht werden.

Das Verfahren ist auch deshalb vorzuziehen, weil nach dem anderen Verfahren bei Betrachtung neugelieferter Lokomotiven der ersten Betriebsleistung überhaupt keine Ausbesserungsmenge gegenüberstände.

Für den Vergleich der Betriebsleistungen mit der aufgewendeten Ausbesserungsmenge dürfen nicht nur die im eigenen Werk geleisteten Ausbesserungseinheiten eingesetzt werden, sondern es müssen auch die Ausbesserungseinheiten der von auswärts bezogenen Gegenstände und die in Bahnbetriebswerken aufgewendeten Ausbesserungseinheiten mit berücksichtigt werden. Diese Ermittlung ist in Übersicht 13 durchgeführt.

Die in Spalte 3 aus Spalte 7 der Übersicht 10 übernommenen Ausbesserungseinheiten enthalten die im eigenen Werk geleisteten und von auswärts bezogenen Ausbesserungseinheiten mit Ausnahme der Ausbesserungseinheiten von Ersatzkesseln und Ersatztendern sowie von auswärts ausgebesserten lokomotiveigenen Kesseln und Tendern, die daher noch zugezählt werden müssen.

Soweit Ersatzkessel und Ersatztender eingebaut sind, welche vorher im eigenen Werk wiederhergestellt wurden, können die Ausbesserungseinheiten für Spalte 5 und 7 aus den Spalten 5 und 6 der Übersicht 10 desjenigen Monats entnommen werden, in welchem die Fertigstellung der Ersatzkessel oder

icht 14.

1000 Ausbesserungskilometer.

im Zugdienst = Sp. 10 . Sp. 11	Geleistete Ausbesserungskilometer seit der Übergabe an den Betrieb zu Spalte 7: im Verschiebe u. sonstigen Stationsdienst = Stundenzahl . 7	im Bereitschaftsdienst und bei Ruhe im Feuer = Stundenzahl . 3	insgesamt je Lokomotive: bei nach Sp 5 in anderen Werken ausgebesserten Lokomotiv. = Spalte (12+13+14)	insgesamt je Lokomotive: bei nach Sp. 5 im eigenen Werk ausgebesserten Lokomotiv. = Spalte (12+13+14)	Summe je Lokomotivgattung bei nach Sp. 5 i. eigenen Werk ausgebessert. Lokomotiven = Summe Sp. 16	Darfausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer für die verschiedenen Lokomotivgattungen	Darfausbesserungseinheiten f. die nach Sp. 17 geleisteten Ausbesserungskilometer: je Lokomotivgattung = $\frac{Sp.17 . Sp.18}{1000}$	Darfausbesserungseinheiten f. die nach Sp. 17 geleisteten Ausbesserungskilometer: für alle Lokomotiven = Summe Sp. 19	Aufgewendete Gesamtausbesserungseinheiten seit der Ausbesserung zu Spalte 6: je Lokomotive: bei nach Spalte 5 in anderen Werken ausgebesserten Lokomotiv. = Sp. 11 der Übersicht 13	Aufgewendete Gesamtausbesserungseinheiten seit der Ausbesserung zu Spalte 6: je Lokomotive: bei nach Spalte 5 im eigenen Werk ausgebesserten Lokomotiv. = Sp. 11 der Übersicht 13	je Lokomotivgattung = Summe Spalte 22	für alle Lokomotiven = Summe Spalte 23	Aufwandsverhältnis an Ausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer: je Lokomotivgattung = $\frac{Sp. 23}{Sp 19}$	Aufwandsverhältnis an Ausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer: für alle Lokomotiven = $\frac{Sp. 24}{Sp. 20}$
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
460	987	2415		37862						13175				
215	2408	7776		95399						13826				
					133261	82	10900				27001		2,48	
480	5313	8676		42469						2983				
509	511	663	4683						2204					
830	7154	5790		57774						6764				
581	5761	7353		58695						6583				
					158938	103	16400				16330		1,00	
581	10269	21405		115255						6822				
362	5635	8466		50463						6996				
					165718	100	16600				13818		0,84	
							usw.				usw.			
								140000				252000		1,80

Ersatztender beendet war. Denn in diesem Monat sind sie als Leistung des Werkes gebucht worden. Soweit die Ersatzkessel und Ersatztender sowie die lokomotiveigenen Kessel und Tender dagegen von aufserhalb geliefert wurden, sind die Ausbesserungseinheiten den Mitteilungen des Wiederherstellers zu entnehmen. Sie müssen als Leistung des liefernden Werkes in den Spalten 5 und 6 der Übersicht 10 dieses Werkes gebucht sein, auch wenn es sich um ein Privatwerk handelt. Denn gerade in den mit Lokomotivausbesserungen beauftragten Privatwerken empfiehlt es sich in Zukunft die gleichen Nachweisungen zu führen, um einen klaren Überblick über die Leistungen dieser Werke zu erhalten.

Wird ein neu hergestellter Ersatzkessel in eine Lokomotive eingebaut, so müssen die für die Herstellung aufgewendeten Ausbesserungseinheiten eingesetzt werden. Auf Grund von Vergleichen wurde festgestellt, dafs an Stelle davon die Ausbesserungseinheiten für innere Untersuchung eines Kessels einschl. Arbeiten an Heizrohren und Rauchrohren, für Erneuerung der Feuerbüchse einschl. Bodenring und des ganzen Stehkessels ohne Stehbolzenarbeiten, sowie Erneuerung aller Kesselschüsse, also die Summe $\boxed{K}\gamma + m\beta + \ldots r$ eingesetzt werden kann. (Siehe Übersicht 9, Seite 152.) Wenn auch die Anfertigung mehrerer Teile dabei nicht berücksichtigt ist, so wird dafür der Ausbau alter Teile erspart und die Herstellung läfst sich einfacher vornehmen.

Neben den in Ausbesserungswerken aufgewendeten Ausbesserungseinheiten, deren Summe in Spalte 8 für jede Lokomotive und in Spalte 9 für alle Lokomotiven zusammen dargestellt ist, müssen auch die in Bahnbetriebswerken aufgewendeten Ausbesserungseinheiten erfafst werden, da die Betriebswerke in sehr verschiedenem Mafse an der Ausbesserung der Lokomotiven teilnehmen. Erst allmählich werden sich einheitliche Verhältnisse innerhalb der deutschen Reichsbahn entwickeln, die in dieser Hinsicht jetzt besonders zwischen Bayern und Sachsen gänzlich verschieden sind. Gerade die hier vorgeschlagenen Übersichten dürften übrigens geeignet sein, zahlenmäfsige Unterlagen für die Lösung der schon viel erörterten Frage zu liefern, wie am besten die Ausbesserungsarbeit zwischen Ausbesserungswerken und Betriebswerken aufzuteilen ist.

Um die Spalte 10 ausfüllen zu können, müfsten die Betriebswerke in Zukunft bei Zuführung der Lokomotiven zum Ausbesserungswerk die vom Betriebswerk seit der letzten Ausbesserung der Lokomotive in einem Ausbesserungswerk (Privatwerk) aufgewendeten Ausbesserungseinheiten angeben. Als Grundlage hätten dabei die in Abschnitt 10 behandelten Aufstellungen für Zwischenausbesserungen in Ausbesserungswerken zu dienen. Die für den vorliegenden Zweck gedachte Aufstellung der Ausbesserungseinheiten für jede Lokomotive würde gleichzeitig die Unterlage für eine monatliche Aufstellung der Gesamtleistung der Ausbesserungsabteilungen der Betriebswerke in Ausbesserungseinheiten bilden können. Eine mit dieser Aufstellung zu verbindende Wirtschaftlichkeitsberechnung erscheint gerade bei diesen Stellen, die nicht der gleichen strengen Aufsicht unterliegen, wie die Ausbesserungswerke, dringend erwünscht.

Solange diese Meldungen der Betriebswerke an die Ausbesserungswerke nicht eingeführt sind, kann für die Ermittlung der Werte in Spalte 10 die Zahl der Ausbesserungstage der Lokomotiven in Betriebswerken zu Grunde gelegt werden. Diese Tage werden schon jetzt monatlich seitens der Betriebswerke den beteiligten Ausbesserungswerken für jede Lokomotive einzeln mitgeteilt. Für jeden Ausbesserungstag sind 15 Ausbesserungseinheiten einzusetzen. Wenn dieser als Durchschnitt für eine gröfsere Zahl von Betriebswerken festgestellte Wert naturgemäfs auch bei den einzelnen Betriebswerken erheblich schwankt, so kann er doch vorläufig zur Anwendung kommen,

Über-

Darfausbesserungseinheiten für 1000 Ausbesserungs-

	Nr. der Reihe	S 3	S 4	S 5[1]	S 5[2]	S 6	S 7	S 9	S 10	S 10[1]	S 10[2]	P 2	P 3[1]
Durchschnittl. Ausbesserungseinheiten für eine Hauptausbesserung	1	5970	6410	6880	6560	7030	7090	7920	8520	9130	8420	4800	4790
Durchschnittl. Ausbesserungseinheiten für eine Hauptausbesserung einschliefslich Zwischenausbesserungen . . . . . = 1,06 . Reihe 1	2	6330	6790	72 0	6950	7450	7520	8400	9030	9680	8930	5090	5080
Durchschnittl. Ausbesserungseinheiten für eine Hauptausbesserung einschliefslich Zwischenausbesserungen und Ausbesserungen in Bahnbetriebswerken = (1 + 0,06 + 0,12) . Reihe 1	3	7040	7560	8120	7740	8300	8370	9350	10050	10770	9940	5660	5650
Durchschnittl. Solleistung in Ausbesserungskilometern zwischen zwei Hauptausbesserungen	4	65000	70000	85000	85000	100000	100000	120000	135000	135000	135000	50000	50000
Darfausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer . . . . . $= \frac{\text{Reihe 3} \cdot 1000}{\text{Reihe 4}}$	5	108,3	108,0	95,5	91,1	83,0	83,7	77,9	74,4	79,8	73,6	113,2	113,0

	Nr. der Reihe	G 8	G 8[1]	G 8[2]	G 8[3]	G 9	G 10	G 12	G 12[1]	T 1	T 2	T 3	T 4[1]
Durchschnittl. Ausbesserungseinheiten für eine Hauptausbesserung	1	7040	7430	8230	8500	6580	7610	9130	9460	3670	2930	3440	4190
Durchschnittl. Ausbesserungseinheiten für eine Hauptausbesserung einschliefslich Zwischenausbesserungen . . . . . = 1,06 . Reihe 1	2	7460	7880	8720	9010	6970	8070	9680	10030	3890	3110	3650	4440
Durchschnittl. Ausbesserungseinheiten für eine Hauptausbesserung einschliefslich Zwischenausbesserungen und Ausbesserungen in Bahnbetriebswerken = (1 + 0,06 + 0,12) . Reihe 1	3	8310	8770	9710	10030	7760	8980	10770	11160	4330	3460	4060	4950
Durchschnittl. Solleistung in Ausbesserungskilometern zwischen zwei Hauptausbesserungen	4	75000	85000	90000	90000	70000	90000	90000	90000	45000	45000	60000	55000
Darfausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer . . . . . $= \frac{\text{Reihe 3} \cdot 1000}{\text{Reihe 4}}$	5	110,8	103,2	107,9	111,4	110,9	99,8	119,7	128,9	96,2	76,9	67,7	90,0

weil das Gesamtergebnis nicht allzu stark beeinflufst wird, da die Ausbesserungsmenge in den Betriebswerken nur einen kleinen Bruchteil derjenigen in den Ausbesserungswerken beträgt.

Die Addition der Werte in den Spalten 8 und 10 ergibt in Spalte 11 die insgesamt seit der letzten in einem Ausbesserungswerk erfolgten Ausbesserung aufgewendeten Ausbesserungseinheiten je Lokomotive.

Der in Übersicht 13 errechnete Aufwand an Ausbesserungseinheiten wird in Übersicht 14 mit der Leistung in Ausbesserungskilometern verglichen.

Die Leistungen im Lokomotivkilometern sind aus den von den Maschinenämtern oder Bahnbetriebswerken vor der Ausbesserung übersandten Betriebsbüchern in Spalte 10, 13 und 14 einzutragen. Es werden dabei in Übereinstimmung mit den Vorschriften die im Verschiebe- und sonstigen Stationsdienst (Vorheizen usw.) geleisteten Stunden mit 7 km je Stunde und die im Betriebsdienst und bei Ruhe im Feuer geleisteten Stunden mit 3 km je Stunde bewertet. Erst nach Sammlung weiterer Erfahrungen kann die Entscheidung darüber getroffen werden, ob diese Verhältniszahlen für den vorliegenden Zweck zutreffen, ob also z. B. eine Verschiebestunde im Durchschnitt die siebenfache Menge an Ausbesserungsarbeit im Gefolge hat wie ein Lokomotivkilometer. Vielleicht wird es auch nötig sein, die Verhältniszahl für die verschiedenen Lokomotivgattungen verschieden hoch festzusetzen.

Die Multiplikation der Lokomotivkilometer im Zugdienst in Spalte 10 mit der nach den früheren Ausführungen für jedes Bahnbetriebswerk und jede Lokomotivgattung besonders zu ermittelnden Umrechnungszahl in Spalte 11 ergibt in Spalte 12 die geleisteten Ausbesserungskilometer im Zugdienst. Die Werte in Spalte 15 und 16 stellen die Summe aller Ausbesserungskilometer für jede einzelne Lokomotive und die Werte in Spalte 17 für jede Lokomotivgattung dar, wobei in Spalte 17 nach den späteren Ausführungen nur die Lokomotiven zu berücksichtigen sind, die vorher im eigenen Werk ausgebessert wurden.

Um den zulässigen Aufwand an Ausbesserungseinheiten zu finden, sind zunächst in Übersicht 15 (siehe S. 340) für vier als Beispiel gewählte Lokomotivgattungen die durchschnittlich bei einer Hauptausbesserung der verschiedenen Lokomotivgattungen aufzuwendenden Ausbesserungseinheiten berechnet.

Zur Bestimmung der durchschnittlichen Ausbesserungsmenge einer Hauptausbesserung ist ein in sich geschlossener Ausbesserungszeitraum mit sechs aufeinander folgenden Hauptausbesserungen zu Grunde gelegt worden, von denen die dritte mit äufserer Untersuchung des Kessels und die sechste mit innerer Untersuchung des Kessels und Erneuerung der Feuerbüchse verbunden ist. Bei der ersten, zweiten, vierten und fünften Hauptausbesserung ist angenommen, dafs ein Drittel aller Stehbolzen, etwa 80 v. H. aller Heizrohre und sämtliche Rauchrohre ausgebaut werden. Bei der dritten mit äufserer Untersuchung des Kessels verbundenen Hauptausbesserung ist der Ausbau von zwei Fünfteln aller Stehbolzen, etwa 95 v. H. aller Heizrohre und sämtlicher Rauchrohre vorausgesetzt, ferner die Ausführung gröfserer Nahtschweifsungen und der Ausbau des Bodenringes. Der bei der sechsten Hauptausbesserung vorgesehene Ausbau der Feuerbüchse erfolgt zwar meist noch nicht zu dieser Zeit, der Zuschlag soll aber zugleich die häufig sonst vorkommenden bei der Aufstellung nicht besonders berücksichtigten Zuschlagausbesserungen mitbewerten.

Die in dieser Weise für alle Lokomotivgattungen berechneten Ausbesserungseinheiten für Hauptausbesserungen sind in Reihe 1 der Übersicht 16 eingetragen.

Aufser diesen Ausbesserungseinheiten sind im Ausbesserungswerk noch Ausbesserungseinheiten für Zwischenausbesserungen aufzuwenden, die bei bester Ausführung der Hauptausbesse-

sicht 16.
kilometer für alle Lokomotivgattungen.

P 3^{2}	P 4^{1}	P 4^{2}	P 6	P 7	P 8	P 10	G 1	G 2	G 3	G 4^{1}	G 4^{2}	G 4^{3}	G 5^{1}	G 5^{2}	G 5^{3}	G 5^{4}	G 7^{1}	G 7^{2}	G 7^{3}
5050	5800	5940	6810	7200	7620	9790	3900	4510	4910	5140	5050	5340	5600	5690	5900	6000	6280	6240	6460
5350	6150	6300	7220	7630	8080	10380	4130	4780	5200	5450	5350	5660	5940	6030	6250	6360	6660	6610	6850
5960	6840	7010	8040	8500	8990	11550	4600	5320	5790	6070	5960	6300	6600	6710	6960	7080	7410	7360	7620
55000	65000	65000	100000	100000	110000	135000	45000	45000	50000	60000	60000	60000	65000	65000	65000	65000	70000	70000	70000
108,3	105,3	107,8	80,4	85,0	81,7	85,6	102,2	118,2	115,8	101,2	99,3	105,0	101,5	103,2	107,1	108,9	105,9	105,1	108,9

T 4^{2}	T 5^{1}	T 5^{2}	T 6	T 7	T 8	T 9^{1}	T 9^{2}	T 9^{3}	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 14^{1}	T 15	T 16	T 16^{1}	T 18	T 20
4080	4720	5120	6180	4150	4690	4900	4830	5420	6610	5610	6170	5570	7260	7440	6010	6960	7060	7370	9470
4320	5000	5430	6550	4400	4970	5190	5120	5750	7010	5950	6540	5904	7700	7890	6370	7380	7480	7810	10040
4810	5570	6040	7290	49 0	5530	5780	5700	6790	7800	6620	7280	6570	8570	8780	7090	8210	8330	8700	11170
55000	65000	65000	80000	60000	60000	70000	70000	75000	80000	75000	80000	75000	90000	90000	80000	80000	80000	90000	90000
87,5	85,7	92,9	91,1	81,7	92,2	82,6	81,4	90,5	97,5	88,3	91,0	87,6	95,2	97,6	88,6	102,6	104,1	96,7	124,1

rungen auf 6 v. H. der Ausbesserungseinheiten für Hauptausbesserungen veranschlagt werden. Mit diesem Wert ergeben sich in Reihe 2 die insgesamt im Ausbesserungswerk von Hauptausbesserung zu Hauptausbesserung aufzuwendenden Ausbesserungseinheiten. Die aufserdem noch in diesem Zeitraum von Bahnbetriebswerken aufzuwendenden Ausbesserungseinheiten sind zu 12 v. H. der Ausbesserungseinheiten für Hauptausbesserungen angenommen, wobei auch die Ausbesserungseinheiten für Ersatzteile enthalten sind, welche von Ausbesserungswerken bezogen sind. Für alle Ausbesserungen zusammen werden somit die in Reihe 3 angegebenen Ausbesserungseinheiten erhalten.

In Reihe 4 sind als Solleistung zwischen zwei Hauptausbesserungen die Leistungen in Ausbesserungskilometern eingetragen, die für jede Lokomotivgattung für angemessen gehalten werden. Zur Zeit werden diese Solleistungen zwar nur in Ausnahmefällen erreicht, hauptsächlich bei neu gelieferten Lokomotiven. Nach den jüngsten Erfahrungen in einigen mustergültig arbeitenden Werken, welche eine genaue Vermessung der Rahmen und Achsen vornehmen, kann aber angenommen werden, dafs die eingesetzten Solleistungen auch als Durchschnittsleistungen in Zukunft erreicht werden können.

Durch Teilung der Ausbesserungseinheiten durch $^1/_{1000}$ der Ausbesserungskilometer werden in Reihe 5 die Darfausbesserungseinheiten erhalten.

Nachdem somit in Übersicht 16 für jede Lokomotivgattung die Darfausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer aufgestellt sind, können die betreffenden Werte in Spalte 18 der Übersicht 14 eingetragen werden. Die Multiplikation dieser Werte mit $^1/_{1000}$ der in Spalte 17 stehenden Ausbesserungskilometer ergibt in Spalte 19 die Summe der Darfausbesserungseinheiten für alle Lokomotiven gleicher Gattung. Mit diesem Darfaufwand wird der Istaufwand verglichen. Der in Spalte 25 errechnete Quotient $\frac{\text{Istaufwand}}{\text{Darfaufwand}} = \frac{\text{Spalte 23}}{\text{Spalte 19}}$ stellt das Aufwandsverhältnis an Ausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer dar. Das gleiche Verhältnis wird in Spalte 26 für alle Lokomotiven zusammen gebildet. Wo nur einige Lokomotiven gleicher Gattung in einem Monat ausgehen, wird das erstere Verhältnis stark schwanken, immerhin ist es doch zur laufenden Erfassung der Werkwirtschaft von Wert, neben den Vergleichen über gröfsere Zeiträume auch monatweise den Vergleich zu ziehen. In dem Beispiel beträgt das Aufwandsverhältnis an Ausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer für alle Lokomotiven zusammen 1,80. Es ist also 80 v. H. zu viel Ausbesserungsarbeit geleistet worden.

In Spalte 5 der Übersicht 14 ist das Ausbesserungswerk angegeben, in welchem die Lokomotive zuletzt ausgebessert worden war. Nur diejenigen Lokomotiven sind in Spalte 17 und 23 berücksichtigt, welche gemäfs Angabe in Spalte 5 vorhergehend im eigenen Werk ausgebessert waren. Denn nur für die Betriebsleistungen dieser Lokomotiven kann das eigene Werk mit verantwortlich gemacht werden. Die in Spalte 15 angegebenen Betriebsleistungen der vorhergehend in anderen Ausbesserungswerken oder Privatwerken ausgebesserten Lokomotiven sind nebst den in Spalte 21 eingetragenen Aufwendungen an Ausbesserungseinheiten den betreffenden Werken mitzuteilen und müssen von diesen in ihre Übersichten 14 übernommen werden. Das gleiche gilt von neuangelieferten Lokomotiven, nur dafs in diesem Falle die genannten Werte der Beschaffungsstelle — dem Eisenbahn Zentralamt — mitzuteilen wären, damit dort ein zutreffendes Bild über die Güte der Arbeit der verschiedenen Lokomotivfabriken gewonnen werden kann.

In Spalte 4 der Übersicht 14 ist das zuständige Bahnbetriebswerk angegeben, d. h. dasjenige, welchem die Lokomotive vor Zuführung zum Ausbesserungswerk zur Dienstleistung zugeteilt war. Fafst man in einer einen längeren Zeitraum

Übersicht 15.

Durchschnittliche Ausbesserungseinheiten für 1 Hauptausbesserung.

	Nr. der Reihe	S 10¹	P 8	G 8¹	T 16
Anzahl der vorhandenen Stehbolzen	1	1680	1159	1206	910
Anzahl der vorhandenen Heizrohre	2	136	127	139	152
Anzahl der vorhandenen Rauchrohre	3	26	26	24	21
1. Hauptausbesserung.					
Grundeinheiten für Gestell mit Maschine . . . . G β	4	5210	4310	4200	4700
Grundeinheiten für Kessel . . K α	5	1170	1020	1050	940
Zuschlageinheiten für Stehbolzen $402 \cdot t \cdot \frac{\text{Reihe 1}}{1206}$	6	448	309	322	243
Zuschlageinheiten für Heizrohre $115 \cdot u \cdot \frac{\text{Reihe 2}}{139}$	7	113	105	115	126
Zuschlageinheiten für Rauchrohre $24 \cdot v \cdot \frac{\text{Reihe 3}}{24}$	8	156	156	144	126
Grundeinheiten für Tender . T β	9	870	770	640	—
Summe der Reihen 4 bis 9	10	7970	6670	6470	6140
2. Hauptausbesserung Reihe 10	11	7970	6670	6470	6140
3. Hauptausbesserung mit äufserer Untersuchung des Kessels.					
Grundeinheiten für Gestell mit Maschine . . . . G γ	12	5340	4420	4300	4810
Grundeinheiten für Kessel . . K β	13	2680	2340	2410	2150
Zuschlageinheiten für Stehbolzen $482 \cdot t \cdot \frac{\text{Reihe 1}}{1206}$	14	537	371	386	291
Zuschlageinheiten für Heizrohre $130 \cdot u \cdot \frac{\text{Reihe 2}}{139}$	15	127	119	130	142
Zuschlageinheiten für Rauchrohre $24 \cdot v \cdot \frac{\text{Reihe 3}}{24}$	16	156	156	144	126
Zuschlageinheiten für Schweifsungen $15 \cdot e\gamma \cdot \frac{\text{Reihe 13}}{2410}$	17	167	146	150	134
Zuschlageinheiten für Bodenring p	18	250	210	210	180
Grundeinheiten für Tender . T γ	19	980	870	720	—
Summe der Reihen 12 bis 19	20	10240	8630	8450	7830
4. Hauptausbesserung = Reihe 10	21	7970	6670	6470	6140
5. Hauptausbesserung = Reihe 10	22	7970	6670	6470	6140
6. Hauptausbesserung mit innerer Untersuchung des Kessels.					
Grundeinheiten für Gestell mit Maschine . . . . . . G δ	23	5460	4520	4400	4920
Grundeinheiten für Kessel . K γ	24	3030	2670	2740	2480
Zuschlageinheiten für Feuerbüchse l a	25	1840	1440	1430	1220
Zuschlageinheiten für Stehbolzen t . Reihe 1	26	1344	927	965	728
Grundeinheiten für Tender . T γ	27	980	870	720	—
Summe der Reihen 23 bis 27:	28	12650	10430	10260	9350
Summe der für 6 Hauptausbesserungen geleisteten Ausbesserungseinheiten Reihe (10 + 11 + 20 + 21 + 22 + 28)	29	54770	45740	44590	41740
Durchschnittliche Ausbesserungseinheiten für eine Hauptausbesserung $= \frac{\text{Reihe 29}}{6}$	30	9130	7620	7430	6960

umfassenden Nachweisung die von dem gleichen Ausbesserungswerk zu unterhaltenden Lokomotiven jedes Betriebswerkes für sich zusammen, so läfst sich ein Schlufs auf die Behandlung der Lokomotiven vor, während und nach der Fahrt und auf die Güte der Ausbesserung in den Betriebswerken ziehen. Denn die in der gedachten Nachweisung zu Tage tretenden Unterschiede in den Aufwandsverhältnissen bei den verschiedenen Bahnbetriebswerken sind lediglich den genannten Einflüssen zuzuschreiben, nicht aber der Güte der Ausbesserungsarbeit in dem Ausbesserungswerk. Denn es kann als sicher unterstellt werden, dafs alle Lokomotiven seitens des Ausbesserungswerkes im Durchschnitt in gleicher Güte, d. h. gleich gut oder gleich schlecht, ausgebessert werden.

Ebenso wird es sich empfehlen, für jedes Betriebswerk das Aufwandsverhältnis für alle zugeteilten Lokomotiven aufzustellen und dabei die Aufwandsverhältnisse getrennt nach unterhaltungspflichtigen Ausbesserungswerken zu berechnen. Auf diese Weise läfst sich ein Vergleich zwischen der Güte der Ausbesserung in den verschiedenen Ausbesserungswerken ziehen. Denn Unterschiede in den Aufwandsverhältnissen werden den Ausbesserungswerken allein zur Last zu schreiben sein. Denn wieder kann als sicher angenommen werden, dafs die Behandlung der Lokomotiven vor, während und nach der Fahrt und die Ausbesserung in dem Betriebswerk bei allen einem Betriebswerk zugeteilten Lokomotiven mit annähernd gleicher — grofser oder geringer — Sorgfalt erfolgt.

15. Zusammenfassung.

Nach vorstehenden Ausführungen dienen zur laufenden Beurteilung der Wirtschaft eines Ausbesserungswerkes vier Zahlen, die in dem gewählten Beispiel durch Einrahmung hervorgehoben sind:

Übersicht 11. Aufwandsverhältnis an Arbeitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten.

Übersicht 12. Aufwandsverhältnis an Ausbesserungstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten.

Übersicht 12. Aufwandsverhältnis an Aufenthaltstagen je 1000 Ausbesserungseinheiten.

Übersicht 14. Aufwandsverhältnis an Ausbesserungseinheiten je 1000 Ausbesserungskilometer.

In letzterem Verhältnis wird die Wirtschaft der Bahnbetriebswerke miterfafst.

Die Gleisbremse „Thyssenhütte“ auf Bahnhof Köln-Nippes.

Betriebliche und wirtschaftliche Ergebnisse.

Von Regierungs-Baurat Dr. Ing. **Derikartz**, Köln.

Hierzu Tafel 33.

Höhe und Gefällverhältnisse des Ablaufberges der Süd-Nordgruppe des Bahnhofs Köln-Nippes waren im früheren Zustande so ungünstig, dafs bei Gegenwind oder starker Kälte die ablaufenden Wagen vielfach die Verteilungsweichen der Richtungsgleise nicht frei machten. Es kam auch häufig vor, dafs Wagen sich einholten. Bei günstigen Windverhältnissen war andererseits wiederum ganz besondere Aufmerksamkeit erforderlich, um starkes Auflaufen und Wagenbeschädigungen in den Richtungsgleisen zu vermeiden. Für die Betriebsverhältnisse des Ablaufberges ist kennzeichnend, dafs nach Untersuchungen, die im Oktober und Dezember 1922 durchgeführt wurden, im Durchschnitt 36 % der Gesamtarbeitszeit auf Beidrücken in den Richtungsgleisen verwendet werden mufsten, andererseits aber, dafs für je 22 Richtungsgleise 12 Hemmschuhleger erforderlich waren, so dafs auf einen Kopf also nur 1,8 Gleise kamen. Trotzdem waren die Beschädigungsziffern hoch, wie zahlenmäfsig bei der Gegenüberstellung des jetzigen und früheren Zustandes gezeigt werden wird. Bei diesen Verhältnissen konnte die Verbesserung des Berges durch Erhöhung nur in Frage kommen, wenn gleichzeitig eine zuverlässige Bremseinrichtung eingebaut wurde, die gestattet, die ablaufenden Wagen beliebig abzubremsen. Gewählt wurde eine verbesserte Gleisbremse der Bauart Frölich, neuerdings als Gleisbremse »Thyssenhütte« bezeichnet. Der Berg wurde in bezug auf Höhe und Steigung der Ablauframpe so umgestaltet, dafs die Wagen auch bei ungünstigen Verhältnissen genügende Laufweiten erhalten und ihr Abstand in der Weichenzone genügend grofs wird, um Einholen zu vermeiden. Vergl. die Pläne auf Taf. 33.

Der Brechpunkt wurde um 80 cm erhöht; die Ablauframpe liegt in der Neigung 1 : 19. Unmittelbar unterhalb dieser Neigung befindet sich die Gleisbremse, aus zwei Teilen bestehend, die in der Neigung 1 : 65 bzw. 1 : 75 liegen. Leider gestatteten es die verfügbaren Mittel nicht, auch die Neigungsverhältnisse unterhalb der Bremse so zu verbessern, wie es eigentlich nötig gewesen wäre. Die Einschätzung der aufzuwendenden Bremsarbeit wird sehr vereinfacht, wenn unterhalb der Bremse keine Neigung mehr liegt, die wesentliche Beschleunigung hervorruft; es empfiehlt sich also hier entweder eine längere Wagerechte oder nur ganz schwache Neigung (etwa 1 : 400 bis 1 : 600) vorzusehen, in die auch die ganze Richtungsgruppe zweckmäfsig gelegt wird. In Köln-Nippes mufste unterhalb der Bremse eine Neigung von 1 : 240 auf 112 m belassen werden, deren Einflufs auf das Laufvermögen naturgemäfs beim Bremsen mit berücksichtigt werden mufs. Da dieser Einflufs wieder je nach Laufwiderstand der einzelnen Wagen verschieden ist, erfordert es ganz besondere Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit des Bremswärters, wenn er beim Ablaufvorgang richtig mit erfafst werden soll. Unterhalb der Neigung 1 : 240 liegen die Richtungsgleise im Gefälle 1 : 900. Eine weitere Verbesserung der Anlage, die in Aussicht genommen ist, kann erzielt werden, indem das zur Verfügung stehende Gefälle auf die ganze Richtungsgruppe verteilt wird, die dann im ganzen eine Neigung von rund 1 : 600 erhält.

Die Bremsanlage besteht aus zwei getrennten Einrichtungen:

1. der eigentlichen Gleisbremse am Fufs der Steilrampe 1 : 19, die, wie bereits erwähnt, in zwei unmittelbar hintereinanderliegenden Bremsen von 17 m und 11 m Baulänge unterteilt ist;

2. einer unmittelbar unter dem Brechpunkt eingebauten sogenannten Gipfelbremse von 5 m Baulänge.

Die Nutzlänge erhält man, wenn man bei jeder Bremse 0,9 m für die Einlauf- und Auslaufschienen abzieht.

Es sei hier gleich bemerkt, dafs neuere Ausführungen, wie die auf Bahnhof Seddin, einteilige Bremsen vorsehen, die zweifellos betrieblich vorteilhafter sind, weil sie infolge ihrer einfacheren Bedienung (1 Hebel) bessere und damit auch wirtschaftlichere Abstufung der Bremsarbeit ermöglichen werden. Aufserdem werden neben den Herstellungskosten auch die Unterhaltungsarbeiten an dem baulichen Teile, namentlich den Gründungen, sowie an den maschinellen Anlagen geringer sein, weil die Stöfse, die die ablaufenden Fahrzeuge beim Befahren der Bremse auf die Einrichtung ausüben, sich der Zahl nach auf die Hälfte verringern. Ist aus besonderen Gründen, etwa wenn die erforderliche Leistung konstruktiv in einer Bremse nicht unterbringbar ist, die Zweiteilung nicht zu umgehen, so empfiehlt es sich, m. E., die längere Bremse unten, und nicht, wie es in Nippes geschehen ist, oben zu legen. Hierdurch wird dem Bremswärter auch während des Durchlaufens der

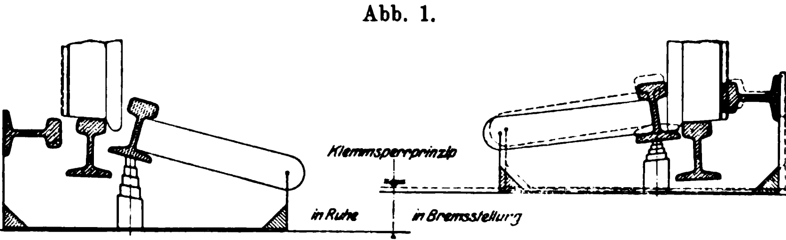
Wagen bis zuletzt ein möglichst grofser Einflufs auf die Bremsarbeit gesichert. Auch werden dadurch die [illegible]t Werte (Einholungsgefahr!) möglichst klein gehalten.

Die Gipfelbremse unterscheidet sich von den übrigen nur durch ihre Länge.

Der ursprüngliche Gedanke, durch derartige Gipfelbremsen die Ablaufhöhe veränderlich zu machen, indem die Wagen dort noch einmal zum Halten gebracht werden, kann wohl als aufgegeben angesehen werden, weil dieselbe Wirkung auch am Fufspunkt der Rampe zu erreichen ist durch Beeinflussung der Beschleunigung und damit des Arbeitsvermögens. Die Gipfelbremse in Köln-Nippes dient dazu, den Ablaufvorgang durch Festhalten der ersten Wagen am Brechpunkt, wenn erforderlich, zu verlangsamen, um ein Einholen von stark gebremsten Wagen in der Weichenzone zu verhüten, also bei Aufeinanderfolge eines guten (daher stark gebremsten) und eines schlechten Läufers. Sie ist also besser als »Zulaufbremse« zu bezeichnen. Meines Erachtens kann bei richtig angelegten Ablaufbergen und richtig entwickelten Verteilungsweichen auf derartige Zulaufbremsen verzichtet werden. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt und auch nicht zu erzielen, so stellen Zulaufbremsen eine wertvolle Verbesserung der Betriebssicherheit dar. Vollständig entbehrlich werden derartige Einrichtungen übrigens, wenn an Stelle der Lokomotive ortsfeste, vom Rangierleiter bediente Antriebe in den Ablaufgleisen verwendet werden, weil hierdurch die Geschwindigkeit des Zuges und damit die Zeitfolge des Ablaufs der Wagen unmittelbar in der Hand des Rangierleiters liegen.

Der Grundgedanke der Bremse, ihre Konstruktion, Durchbildung und Wirkungsweise darf als bekannt vorausgesetzt werden (in der Textabb. 1 ist beides noch einmal in einfacher Form dargestellt). Die konstruktive Ausbildung zeigen die Textabb. 2—6: Abb. 2 eine Übersicht über die Gesamtanordnung

Abb. 1.



mit Motor, Pumpe, Gewichtsakkumulator und Steuereinrichtung (Ausführung Seddin), Abb. 3 die Gleisbremse am Fufs der Ablauframpe mit Bremshaus, in dessen Erdgeschofs die maschinellen Teile (Abb. 4) untergebracht sind. Abd. 5 stellt das Innere des Bremsraumes in Köln-Nippes dar, mit 3 Hebeln für die Zulauf-(Gipfel-)bremse und die zweiteilige Gleisbremse. Abb. 6 gibt noch ein Bild der Gesamtanordnung der Ablauframpe und der anschliefsenden Richtungsgruppe.

Erwähnt sei noch, dafs sich die Notwendigkeit ergeben hat, sowohl den Maschinenraum, als auch die Gruben unter den Gleisbremsen bei Frost zu heizen, um Einfrieren des Druckwassers zu verhüten.

Über den Bremsvorgang selbst sei aus praktischen Erfahrungen heraus bemerkt, dafs die Bremskraft, die durch das Gewicht des durchlaufenden Wagens erzeugt wird (Klemmprinzip), durch dasselbe Gewicht auch nach oben begrenzt ist. Wird die Bremskraft, die die Bremsschienen durch seitlichen Druck auf die Räder erzeugen, gleich der Reibungskraft, die das Wagengewicht selbst hervorruft, wird also mit anderen Worten die Wirkung der Schwerkraft durch die seitlichen Reibungskräfte aufgehoben, so heben sich unter dem Einflufs der drehenden Bewegung die Radkränze von der Auflaufschiene ab. Es tritt eine Lockerung der klemmartig wirkenden Bremshebel ein. Die Räder gleiten herunter, laufen wieder auf den Fufs der Bremsschiene auf, und erzeugen von neuem Bremsdruck. Es handelt sich also um ein Wechselspiel dieser Kräfte, das sich aber sanft, ohne Stofswirkung, abspielt. Die von aufsen zugeführte, auf hydraulischem Wege übertragene Kraft hat nur die Aufgabe, die Bremsschienen, die beiderseits der Fahrschienen angeordnet sind zu heben, um sie in Bereitschaftsstellung zu bringen und in dieser Stellung zu erhalten, in der der Radkranz auf den Fufs der Bremsschiene wirken kann. Sie soll ferner gewährleisten, dafs ein bis zum gröfsten vorkommenden Wagengewicht abstufbarer Druck nach oben ausgeübt werden kann, um wenn möglich, die gröfstmögliche Bremskraft wirken zu lassen. Wird der Druck darüber hinaus gesteigert, so tritt unnützer Kraftverbrauch ein, was in Erscheinung tritt, indem die Bremseinrichtung gegen Anschläge gedrückt wird. Hieraus folgt, dafs anzustreben ist, die antreibende Kraft zwangsläufig auf das erforderliche Höchstmafs zu begrenzen. Ferner sind die Bremswärter so zu erziehen, dafs sie nur mit dem Wasserdruck arbeiten, der erforderlich ist, um das Gewicht der Bremseinrichtung, und im Höchstfalle des abzubremsenden Wagens aufzunehmen.

Die Bremsanlage ist seit April d. Js. im regelmäfsigen Betrieb. Allerdings war es infolge der Verhältnisse im besetzten Gebiet — Nachwirkungen des Ruhrkampfes, Regiebetrieb und allgemeiner Verkehrsrückgang — bisher nicht möglich, der Anlage das Mafs von Arbeit zuzuführen, welches erforderlich wäre, um sie in betrieblicher und besonders in wirtschaftlicher Hinsicht abschliefsend beurteilen zu können. Vor allem fehlt noch die praktische Ermittlung der Höchstleistung. Solche künstlich herbeizuführen, wurde wegen der kaum zu umgehenden Abweichungen von der wirklichen Arbeitsart nicht für richtig erachtet. Immerhin hat die nunmehr 5 monatige Betriebszeit genügend Unterlagen geliefert, um — mit den angegebenen Einschränkungen — eine Stellungnahme nach der betrieblichen und wirtschaftlichen Seite hin zu rechtfertigen.

Die Anlage hat bisher durchaus zufriedenstellend gearbeitet. Gröfsere Störungen sind nicht beobachtet worden. Immerhin ist es aber empfehlenswert, bei stark belasteten Ablaufbergen zwei Gleise über den Brechpunkt zu ziehen und in beiden Bremsen anzulegen, die abwechselnd benutzt werden können. Es ist bei fortschreitender Schulung des Bremswärters in immer weiterem Mafse gelungen, die ablaufenden Wagen auf Ziel aufzubremsen und zwar trotz des eingangs erwähnten, schwer zu berücksichtigenden Gefälles unterhalb der Bremse. Die Ergebnisse treten am besten in Erscheinung, wenn man den früheren und den jetzigen Zustand in Bezug auf einige wichtige Mafsstäbe gegenüberstellt. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dafs die Durchschnittsleistungen z. Zt. nur halb so grofs ist, als wie zur Zeit der Beobachtung des früheren Zustandes, und dafs die Jahreszeiten verschieden sind.

Alter Zustand:	Heutiger Zustand:
Oktober—Dezember 1922 Durchschnittliche Leistung 1000 Wg/Tg.	Juni – August 1924 Durchschnittliche Leistung rd. 500 Wg/Tg.
Hemmschuhleger. Auf 22 Gleise 12 Köpfe oder 1 Kopf auf 1,8 Gleise.	Hemmschuhleger. Auf 22 Gleise 7 Köpfe oder 1 Kopf auf rd. 3,1 Gleise.
Beidrückzeit in der Richtungsgruppe: rund 37 % bei der Gesamtarbeitszeit.	Beidrückzeit in der Richtungsgruppe: im Durchschnitt im Monat Juli August rd. 8 % der gesamten Arbeitszeit.
Wagenbeschädigungen (Tagesdurchschnitt):	Wagenbeschädigungen:
Okt. 22 0.57 Beschädigungen	1.-30. Juni 0,27 Beschädigungen
Nov. 22 1,5 »	1.-31. Juli 0,074 »
Dez 22 1,33 »	1.-16. Aug. 0,074 »

Es wird erwartet, dafs auch bei Steigerung der Leistung die jetzige Zahl der Hemmschuhleger ausreichen wird. Die Beschädigungsziffern sind mit den früheren wegen der geringen Leistung des Berges und der verschiedenen Jahreszeit nicht unmittelbar vergleichbar. Auch ist zu berücksichtigen, dafs wie beobachtet die Wagenbeschädigungsziffern in der letzten Zeit auch auf den anderen Bahnhöfen zurückgegangen sind, was wohl auf Steigerung der Leistungen des Personals infolge der allgemeinen Verbesserung der Verhältnisse, vielleicht auch der Abbaumafsnahmen zurückzuführen ist. Der Unterschied ist aber so grofs, dafs mit Recht angenommen werden darf, dafs trotz dieser Umstände eine ganz wesentliche Verbesserung übrig bleiben wird. Es sind auch Untersuchungen über den Hemmschuhverbrauch aufgestellt worden. Hierbei wurde die Ablauframpe, in der die Bremse »Thyssenhütte« liegt, mit dem Nordberg desselben Bahnhofs, verglichen, der mit einer Hemmschuhbremse arbeitet. Das Verhältnis des Hemmschuhverbrauchs in den Richtungsgleisen (also ohne Berücksichtigung der Hemmschuhgleisbremse am Berge) war in der Zeit

vom 1.—30. Juni 1 : 1,6
" 1.—31. Juli 1 : 2,7.

Die Ziffern bestätigen die Tatsache, dafs es im allgemeinen gelingt, die Wagen auf Entfernung (Ausschläge von etwa 50 Meter) abzubremsen.

Die Abnutzung der Bremsschienen ist sehr gering. Messungen, die im Juli 1924 vorgenommen worden sind, ergaben, dafs bei der am stärksten abgenutzten Bremse etwa 42000 Wagen die Bremse durchlaufen müssen, um eine Abnutzung von 1 mm hervorzurufen. Es kann also auch bei stark beanspruchten Anlagen damit gerechnet werden, dafs die Bremsschienen nur einmal im Jahre ausgewechselt zu werden brauchen.

Die Abnutzung der Bremsschienen ist verschieden. Die Gründe für diese Erscheinung sind noch nicht aufgeklärt.

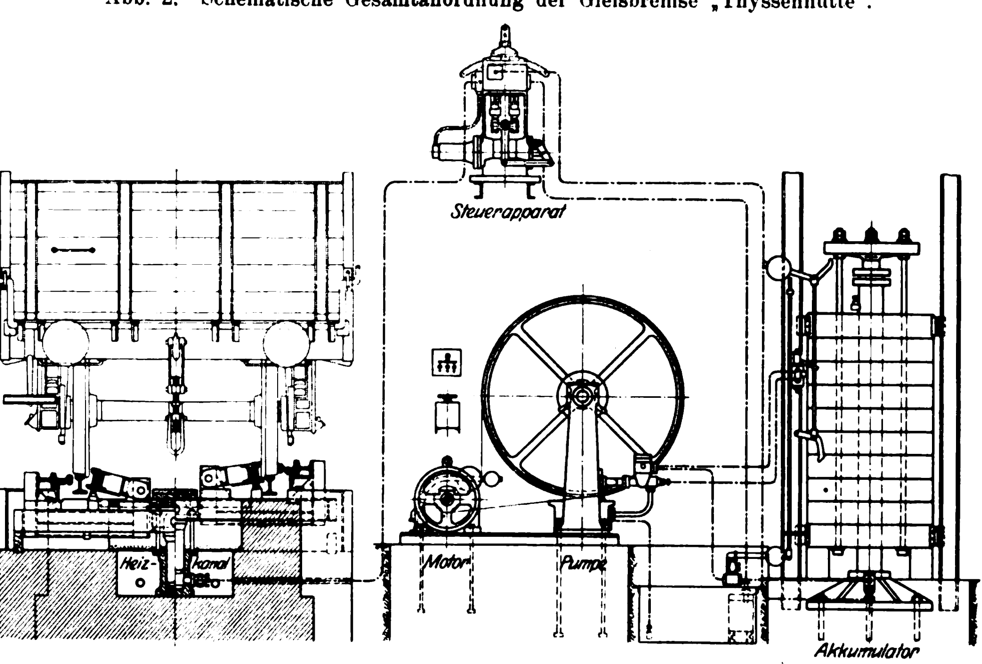
Am 5. August wurden folgende Abnutzungen festgestellt:

	Links (in der Laufrichtung) (innere u. äufsere Schiene) mm	Rechts (innere und äufsere Schiene) mm	Durchschnitt mm	Auf eine Bremsschiene mm
Gipfelbremse	1,7	1,0	1,35	0,68
Bremse I	2,49	4,06	3,28	1,64
Bremse II	3,25	3,25	3,25	1,63

Die Untersuchungen über den Stromverbrauch der Anlage Köln-Nippes haben gezeigt, dafs der Einheitssatz für den abgebremsten Wagen mit fortschreitender Schulung des Bremswärters stark zurückgegangen ist. Während bei den ersten Beobachtungen noch ein Stromverbrauch von rund 0,12 Kwstd. auf einen Wagen ermittelt wurde, ergab sich der Durchschnitt für die Monate Juli und August zu 0,085 Kwstd., was bei unserem Preis von 14,4 Pfg./Kwstd. einen Kostenaufwand von 1,2 Pfg. für den Wagen entspricht. Der Satz liegt ziemlich hoch über dem theoretisch erforderlichen und in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen angenommenen. Es darf aber damit gerechnet werden, dafs es im Lauf der Zeit gelingen wird, durch Beschränkung des Kraftaufwandes auf den unbedingt notwendigen und haushälterischen Verbrauch beim Bremsen selbst den Einheitssatz weiter herunterzudrücken.

Verhältnismäfsig hoch ist bisher auch noch der Aufwand für die laufende Unterhaltung der Anlage. Die Ermittlungen in den Monaten Juni, Juli und August zeigt die folgende Zusammenstellung:

Abb. 2. Schematische Gesamtanordnung der Gleisbremse „Thyssenhütte“.



Durchschnittliche Tagesleistung	Werktägliche Arbeitsstunden Schlosser	Werkhelfer	Summe
Juni . . 500 Wagen	1,16	0,76	1,92
Juli . . 500 "	2,16	1,60	3,76
August . 500 "	0,73	1,46	2,19

Es handelt sich hierbei um Dichtung, Schmierung, Auswechseln von Lagern, Ventilregulierung, Auswechseln von Schrauben usw.

Im Mittel dieser drei Monate waren täglich 1,35 Schlosser- und 1,27 Werkhelferstunden erforderlich. Der Aufwand ist aber bisher wesentlich höher als der angenommene Satz von 1 ℳ für 1000 Wagen. Der Aufwand an Stoffen für die Unterhaltung ist gering.

Auch die Unterhaltungsarbeiten werden sich — das darf erwartet werden — mit fortschreitenden Verbesserungen der Bauart, wie sie die Seddiner Anlage bereits zeigt, vermindern. Das gilt besonders auch von der baulichen Unterhaltung der Fundamente, die in Köln-Nippes ziemlich stark unter der Einwirkung der beim Bremsvorgang zu übertragenden Kräfte stehen. Auch in dieser Hinsicht zeigt die Seddiner Anlage wesentliche Verbesserungen. Das Ergebnis der bisherigen Untersuchung kann dahin zusammengefafst werden, dafs die Gleisbremse »Thyssenhütte« auf Bahnhof Köln-Nippes die an sie gestellten Erwartungen in betrieblicher Hinsicht voll erfüllt hat. Die Wagen, die auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen weit genug laufen, werden in den meisten Fällen auf Ziel abgebremst. Hieraus erklärt sich die starke Verminderung der Beidrückzeit. Die Vernichtung des überschüssigen Laufvermögens erfolgt einwandfrei ohne Stöfse und unter schonendster Behandlung der Wagen. Wenn auch das wirtschaftliche Ergebnis infolge der eingangs geschilderten Verhältnisse noch nicht in allen Auswirkungen zu übersehen ist, so kann doch jetzt schon gesagt werden, dafs gegenüber dem Betrieb mit Hemmschuhbremse wesentliche Ersparnisse an Löhnen und

Abb. 3. Gleisbremse „Thyssenhütte“.

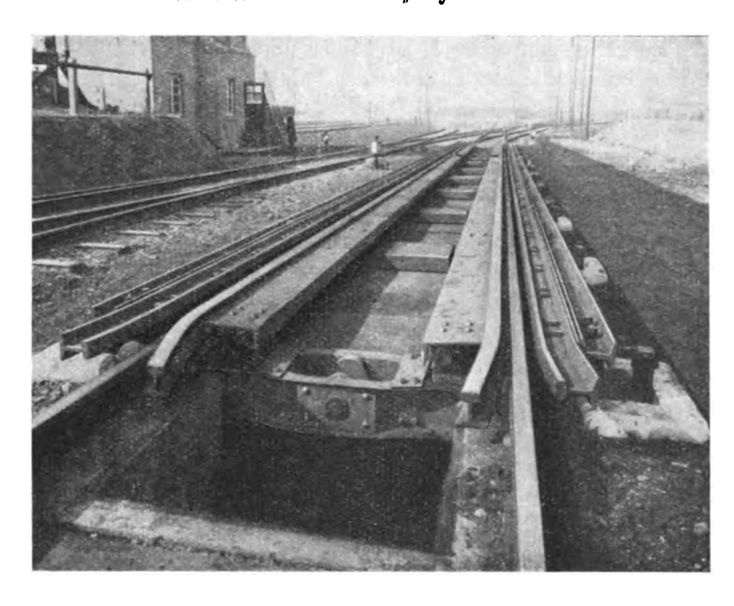


Abb. 4. Maschinenausrüstung für die Gleisbremse „Thyssenhütte“

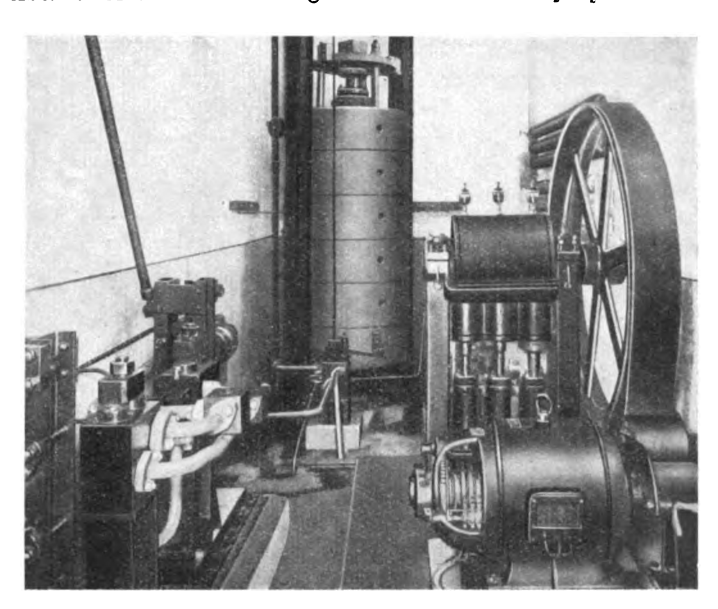
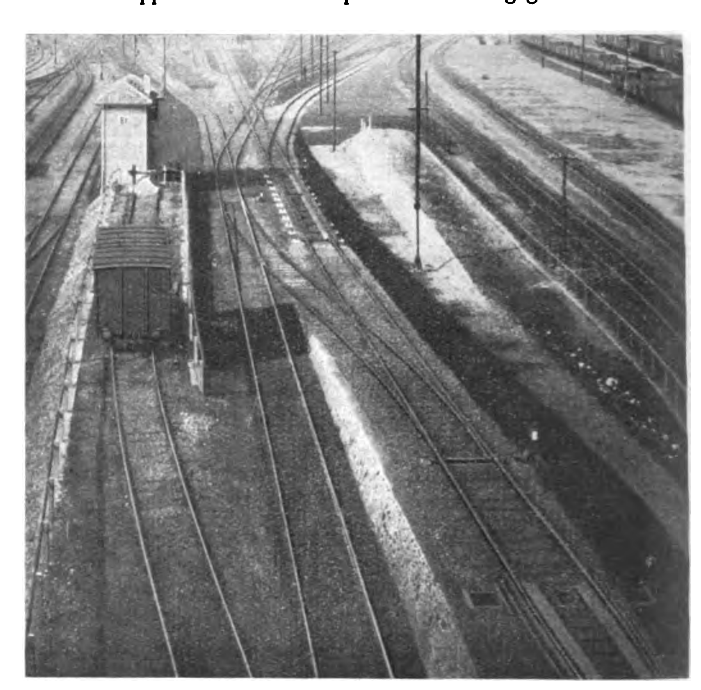


Abb. 5. Inneneinrichtuug des Bremsraumes der Gleisbremse.



Abb. 6. Gesamtanordnung der Gleisbremse „Thyssenhütte“ in Köln-Nippes mit Ablauframpe und Richtungsgleisen.



an Hemmschuhen erzielt worden sind. Das Heruntergehen der Wagenbeschädigungen wird wirtschaftlich ganz erheblich in Erscheinung treten und den Aufwand für den Stromverbrauch beim Abbremsen der Wagen bei weitem aufheben. Dazu kommen noch die günstigen Einwirkungen auf die Lebensdauer der Wagen, die, wie der Augenschein zeigt, ganz wesentlich geringer beansprucht werden, als beim Bremsen mit Hemmschuhen, wobei Stöfse auftreten, und, weil nur ein Rad gefafst wird, die rollenden Teile sowohl, als auch die Tragfedern sehr stark und ungünstig beansprucht werden.

Erhöhung der Leistungsfähigkeit bei Verbesserung der Güte der Verschiebearbeit sind also die wesentlichen Vorteile, die von derartigen ferngesteuerten Bremseinrichtungen, wie die Gleisbremse »Thyssenhütte«, zu erwarten sind. Die Verminderung oder gar gänzliche Beseitigung des Beidrückens in der Richtungsgruppe, wodurch auch die betrieblich und wirtschaftlich für diese Zwecke so ungünstige Lokomotive ausgeschaltet würde, verbunden mit einer infolge der Verbesserung der Rampenneigung (Einholungsgefahr!) und der Sicherheit der Bremswirkung zu erhöhenden Abdrückgeschwindigkeit werden eine ganz erhebliche Erhöhung der Leistungen der Verschiebebahnhöfe zur Folge haben. Denn wenn Vorflut (Richtungsgleise) und engster Querschnitt (Ablauframpe) in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden, so mufs sich der Flufs der Arbeit — das Durchlaufen der umzubildenden Züge — verbessern. Die Einfahrgruppe braucht weniger umfangreich zu sein, weil sie nicht mehr, wie es bisher häufig der Fall ist, als Puffer bei mangelhafter Bergleistung zu dienen hat. Vorhandene Anlagen werden gröfsere Verkehrsmengen verarbeiten können. Man kann noch einen Schritt weiter gehen und die Verlustzeiten in der Einfahrgruppe selbst beseitigen (Umlaufzeiten der Drucklokomotive, die wieder durch einfahrende Züge beeinflufst werden). In dem untersuchten Bahnhof machten diese Verlustzeiten im Oktober—Dezember 1922 27 % der Gesamtarbeitszeit aus. Möglich ist dies durch Einführung ortsfester Abdrückvorrichtungen. Man nähert sich damit Verschiebeanlagen, die der Eigenart ihrer Aufgabe — dem sich immer wiederholenden und im wesentlichen gleichartigen Massenvorgang, Züge (Betriebseinheiten der Eisenbahn) umzubilden — völlig entsprechend ausgestaltet sind und als »Hochleistungsverschiebebahnhöfe« angesprochen werden können. Die eingehenden neueren Untersuchungen auf diesem Gebiete haben gezeigt, dafs in dieser Richtung auch die Verbesseruug der Wirtschaftlichkeit des Verschiebetriebes zu suchen ist

Versuche zur Gegenüberstellung der elektrischen und der Feuerschweifsung bei der Wiederherstellung von Puffern.

Von Regierungsbaumeister **Genzken** in Köln-Nippes.

Veranlafst durch die guten Erfahrungen, die sowohl in andern Eisenbahnwerkstätten als auch in Privatwerken mit der elektrischen Widerstandsschweifsung gemacht wurden, hat das Eisenbahnausbesserungswerk Köln-Nippes im Jahre 1922 von den »Moll-Werken Akt.-Ges.« in Chemnitz eine elektrische Schweifsmaschine beschafft. Die Maschine, die für eine Stromaufnahme von 150 kVA bei 380 Volt und 50 Perioden gebaut ist, sollte vor allem dazu dienen, die Wiederherstellung von Puffern, die bisher nach dem umständlichen Verfahren der Feuerschweifsung erfolgt war, in wirtschaftlicherer Weise zu ermöglichen.

Nach Inbetriebnahme der Schweifsmaschine wurden zunächst Versuche angestellt, um die reine Stumpfschweifsung und das Abschmelzverfahren zu vergleichen. Dabei erwies sich durch angestellte Schlagbiege- und Zerreifsversuche die Überlegenheit der Abschmelzschweifsungen, so dafs dieses Verfahren in der Folge ausschliefslich für die Wiederherstellung der Puffer angewendet wurde.

Um ein Bild davon zu bekommen, wie sich die Kosten der elektrischen Schweifsung von Puffern gegenüber der Feuerschweifsung verhalten, wurden im Frühjahr 1924 Vergleichsversuche hierüber angestellt. Aufser den aus der Arbeitszeit bei den einzelnen Arbeitsgängen sich ergebenden Lohnkosten wurde der Stromkostenverbrauch bei der elektrischen Schweifsung als Durchschnitt aus je 12 Einzelmessungen, sowie der Kohlenverbrauch bei der Feuerschweifsung als Durchschnitt aus dem abgewogenen Tagesverbrauch von zwei ausschliefslich mit Pufferschweifsung beschäftigten Schmiedefeuern berechnet. Nicht berücksichtigt wurde der Kühlwasserverbrauch der Schweifsmaschine sowie der Kraftbedarf für das Abdrehen der geschweifsten Puffer, da dieser in beiden Fällen der gleiche ist. Zur Ermittlung der Lohnkosten wurde mit einem Durchschnittsstundenlohn von 0,83, 0,72 und 0,61 ℳ für einen Arbeiter der Lohngruppe I, III und V gerechnet. Der Preis für 1 kWh beträgt im Eisenbahnausbesserungswerk Köln-Nippes 0,15 ℳ.

Das Ergebnis der Versuche ist folgendes:

1a. Wiederherstellung eines Puffers im dicken Teil — 75 mm Durchmesser — durch elektrische Schweifsung.

Für Abschneiden und Schleifen (2 Arbeiter)	0,36 St. zu 0,61 ℳ	= 0,22 ℳ
Für Schweifsen einschl. Auf- und Abspannen und Richten (2 Arbeiter)	0,40 » » 0,61 »	= 0,24 »
Für Drehen	0,75 » » 0,72 »	= 0,54 »
Lohnkosten	1,51 St. . . .	= 1,00 ℳ
Stromkosten: 92,182 kW × 6,6 Min. = 10,14 kWh zu 0,15 ℳ . . .		= 1,52 »
10 % für Transformierung und Leitung . . .		= 0,15 »
Abschreibung der Maschine		= 0,07 »
Mithin Kosten für Wiederherstellung eines Puffers		= 2,74 ℳ

1b. Wiederherstellung eines Puffers im dicken Teil — 75 mm Durchmesser — durch Feuerschweifsung.

Für Abhauen und Schweifsen (3 Arbeiter) . .	2,50 St. zu $\left(\frac{0,83}{3}+\frac{2}{3}.0,61\right)$ ℳ	= 1,67 ℳ
Für Drehen . . .	0,75 » » 0,72	= 0,54 »
Lohnkosten .	3,25 St.	= 2,21 ℳ
Kohlenverbrauch 10,5 kg zu ℳ 25,—/t . . .		= 0,27 »
Luftverbrauch 1 kWh » » 0,15 . . .		= 0,15 »
Mithin Kosten für Wiederherstellung eines Puffers		= 2,63 ℳ

2a. Wiederherstellung eines Puffers im dünnen Teil — 50 mm Durchmesser — durch elektrische Schweifsung.

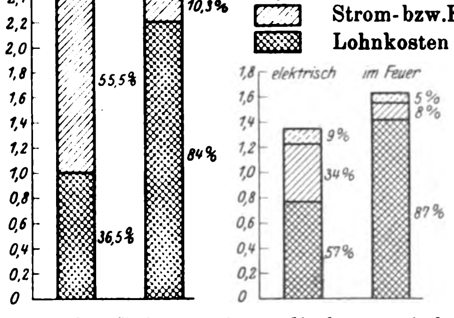
Für Abschneiden und Schleifen (2 Arbeiter)	0,24 St. zu 0,61 ℳ	= 0,15 ℳ
Für Schweifsen einschl. Auf- und Abspannen und Richten (2 Arbeiter)	0,25 » » 0,61 »	= 0,15 »
Für Drehen	0,65 » » 0,72 »	= 0,47 »
Lohnkosten	1,14 St. . . .	= 0,77 ℳ
Stromkosten: 73,44 kW × 2,5 Min. = 3,06 kWh zu 0,15 ℳ		= 0,46 »
10 % für Transformierung und Leitung . . .		= 0,05 »
Abschreibung der Maschine		= 0,07 »
Mithin Kosten für Wiederherstellung eines Puffers		= 1,35 ℳ

2b. Wiederherstellung eines Puffers im dünnen Teil — 50 mm Durchmesser — durch Feuerschweifsung.

Für Abhauen und Schweifsen (3 Arbeiter) . .	1,4 St. zu $\left(\frac{0,83}{3}+\frac{2}{3}.0,61\right)$ ℳ	= 0,95 ℳ
Für Drehen . . .	0,65 » » 0,72 ℳ . . .	= 0,47 »
Lohnkosten	2,05 St.	= 1,42 ℳ
Kohlenverbrauch 5,0 kg zu ℳ 25,—/t . . .		= 0,13 »
Luftverbrauch 0,5 kWh » » 0,15		= 0,08 »
Mithin Kosten für Wiederherstellung eines Puffers		= 1,63 ℳ

Vergleicht man die entsprechenden Wiederherstellungskosten (Abb. 1.), so ergibt sich eine Verbilligung der elektrischen Schweifsung eines Puffers im dünnen Teil um 0,28 ℳ oder 17,2 % gegenüber der Feuerschweifsung. Dagegen ist die Wiederherstellung eines Puffers bei Schweifsung im dicken Teil auf elektrischem Wege um 0,11 ℳ oder 4,2 % teurer als die Feuerschweifsung. Die Ursache hiervon bildet einesteils der grofse Stromverbrauch beim Schweifsen gröfserer Querschnitte, andererseits aber vor allem der hohe Strompreis.

Abb. 1. Wiederherstellungskosten für 1 Puffer in Mark.



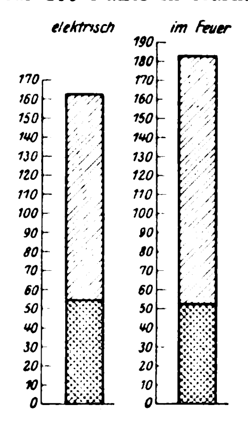
Im Gegensatz zu den Kohlenpreisen, die heute wieder annähernd gleich den Vorkriegspreisen sind, betragen die Preise für elektrischen Kraftstrom heute in Köln rund das dreifache der Vorkriegspreise. Für Kraftstrom bezahlten Grofsverbraucher, wie es die Eisenbahnwerke sind, vor dem Krieg in Köln durchschnittlich 0,05 ℳ/kWh, während jetzt 0,13—0,15 ℳ/kWh bezahlt werden. Solange noch dieses Mifsverhältnis zwischen Kohlen- und Strompreisen besteht, ist das elektrische Schweifsen von Querschnitten von etwa 4000 qmm aufwärts teurer als das Feuerschweifsen. Die wirtschaftliche Überlegenheit der

elektrischen Schweifsung wird daher erst dann voll zur Geltung kommen, wenn die Strompreise in Einklang mit den Kohlenpreisen stehen.

Dafs trotzdem im Eisenbahnausbesserungswerk Köln-Nippes die Wiederherstellung von Puffern nur noch durch elektrische Schweifsung vorgenommen wird, hat folgende Gründe:

Einmal fallen erfahrungsgemäfs auf 100 wiederherzustellende Puffer 80 Schweifsungen im dünnen und nur 20 im dicken Teil, so dafs die geringen Mehrkosten beim Schweifsen der letzteren durch die bei der Wiederherstellung im dünnen Teil eintretenden Ersparnisse weitaus übertroffen werden (Abb. 2). Und zweitens ist die elektrische Schweifsung der Feuerschweifsung an Güte bedeutend überlegen.

Abb. 2. Wiederherstellungskosten für 100 Puffer in Mark.



Um die Güte der Arbeitsausführung bei der elektrischen Schweifsung zu überwachen, werden wöchentlich 10 geschweifste Puffer einer Schlagprobe mit dem Zuschlaghammer unterworfen. Ein Bruch in der Schweifsstelle trat nur bei 4 v. H. der derartig geprüften Puffer ein, und nur 3 v. H. ergaben einen Bruch infolge unvollkommen ausgeführter Schweifsung. Aus jeder wöchentlichen Prüfreihe von 10 Puffern wird ferner ein Puffer unter dem Lufthammer bis zum Bruch durchgedrückt. Bei diesen Versuchen lagen 20 v. H. der Bruchstellen aufserhalb der Schweifsstelle, 40 v. H. zeigten einwandfreie Schweifsstellen, 30 v. H. wiesen kleinere unganze Stellen auf und 10 v. H. zeigten gröfsere unganze Stellen bis zu $^1/_4$ des Querschnitts.

Eine weitere Versuchsreihe auf der Zerreifsmaschine wurde angestellt zum Vergleich der Festigkeits- und Dehnungsverhältnisse bei elektrisch bzw. im Feuer geschweifstem Eisen. Das Ergebnis ist folgendes:

Deckenankereisen von 40 mm Durchmesser, 40,8 kg/qmm Festigkeit und 26,5 % Dehnung zeigte nach elektrischer Schweifsung eine Festigkeit von durchschnittlich 37,2 kg/qmm und eine Dehnung von 11,9 % an der Schweifsstelle, dagegen bei Feuerschweifsung eine Festigkeit von 9,6 kg/mm und eine Dehnung von 0 % an der Schweifsstelle.

Elektrisch geschweifstes Flufseisen von 52 mm Durchmesser wies an der Schweifsstelle eine Festigkeit von 28,4 bis 43,2 kg/qmm und eine Dehnung von 9,3 bis 22,5 % auf, während bei den im Feuer geschweifsten Stäben die Festigkeit zwischen 17,2 und 40,0 kg/qmm lag, eine Dehnung aber überhaupt nicht erreicht wurde. Auch die an geschweifsten Puffern angestellten Zerreifsversuche erwiesen die Überlegenheit der elektrischen gegenüber der Feuerschweifsung bezüglich der erreichten Festigkeit und Dehnung, vorausgesetzt, dafs für beide Schweifsenden gleichartiges und gutes Material verwendet wurde.

Als dritter Vorzug der elektrischen gegenüber der Feuerschweifsung bei der Pufferwiederherstellung ist die gröfsere Leistung beim elektrischen Verfahren zu erwähnen. Bei Feuerschweifsung wurden täglich 38 im dünnen bzw. 18 im dicken Ende zu schweifsende Puffer wiederhergestellt. Seit Einführung der elektrischen Schweifsung ist die tägliche Leistung auf 60 bzw. 45 Puffer gestiegen.

Zusammenfassung.

Die im Eisenbahnausbesserungswerk Köln-Nippes angestellten Versuche ergaben die unbedingte Überlegenheit der Wiederherstellung von Puffern durch elektrische Schweifsung gegenüber der Feuerschweifsung bezüglich der Güte der Schweifsung und der Leistungsfähigkeit, dagegen nur eine bedingte Überlegenheit bezüglich der Wirtschaftlichkeit, verursacht durch die unverhältnismäfsig hohen Strompreise.

Aus amtlichen Vorschriften der Vereinsverwaltungen.

Anwendung neuerer Verfahren für die Berechnung der Fahrzeiten.

Nach einem Erlafs der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn werden die im »Organ« 1924, Heft 6, S. 117 ff. beschriebenen neueren Verfahren für die Fahrzeitenberechnung zur praktischen Anwendung empfohlen mit dem Hinweis, dafs sämtliche Verfahren ein einwandfreies, dem Kräftespiel bei der Beschleunigung und Verzögerung Rechnung tragendes Ergebnis liefern. Sie unterscheiden sich nur in der gröfseren oder geringeren Einfachheit ihrer Handhabung und der Sicherheit gegen Versehen und Fehler bei der Durchführung. Der Ausschufs zur Prüfung der neueren Verfahren der Fahrzeitenberechnung hat ihnen in dieser Beziehung die nachstehende Reihenfolge gegeben. Es sind dies die Fahrzeitenberechnungen nach:

1. Unrein, Eisenbahnoberingenieur in München,
2. Müller, Dr. Ing., Professor an der Technischen Hochschule in Dresden,
3. Strahl, vormals Oberregierungsbaurat in Berlin,
4. Velte, Dr. Ing., Regierungsbaurat in Elberfeld,
5. Caesar, Oberregierungsbaurat, Abteilungsdirektor in Essen.

Für die Anwendung der neuen Verfahren ist von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn folgendes bestimmt worden:

1. Für bereits vorhandene, auf Grund der älteren Verfahren berechnete Fahrpläne bestehen keine Bedenken, die Ergebnisse dieser Verfahren beizubehalten, wenn nicht etwa die praktischen Erfahrungen Zweifel an ihrer Richtigkeit ergeben haben.

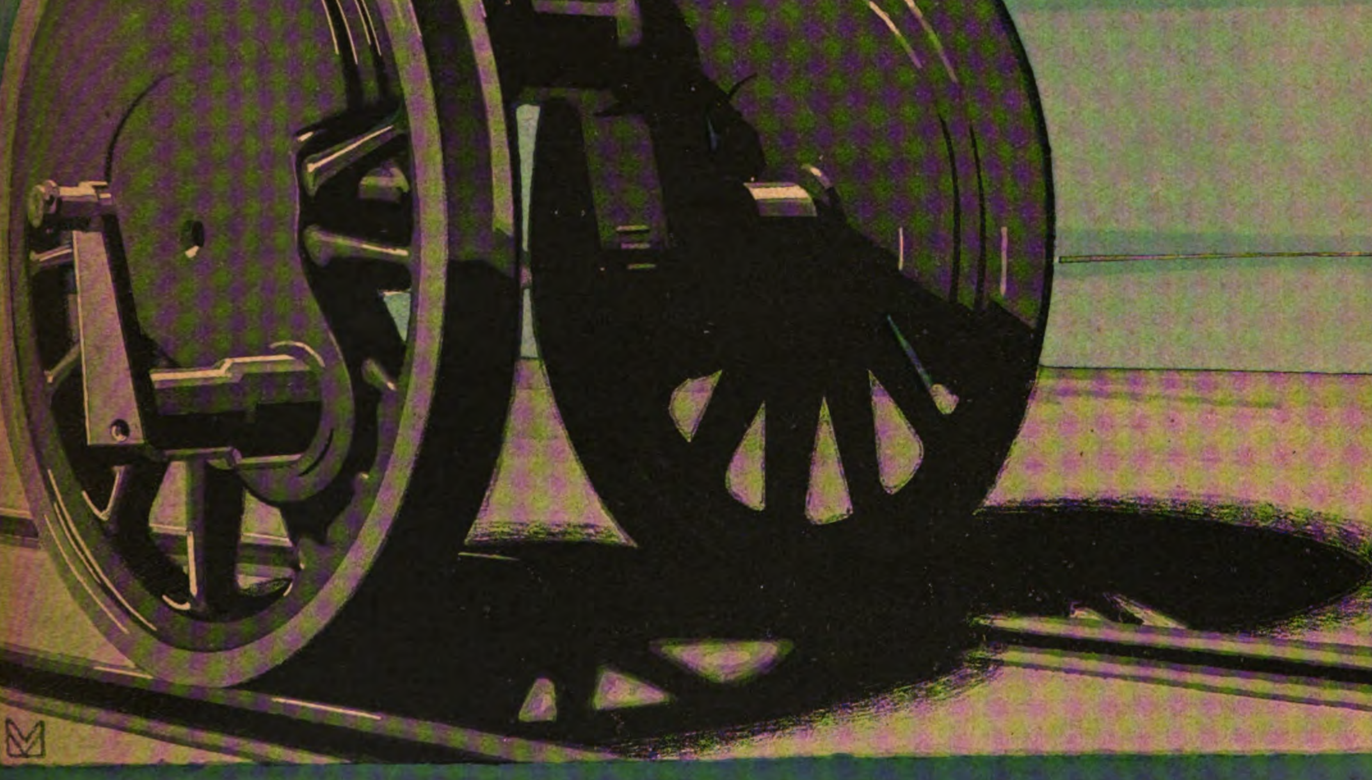
2. Bei der Neuaufstellung oder Nachprüfung von Fahrplänen ist eines der neueren Verfahren anzuwenden, weil, abgesehen von ihrer gröfseren Genauigkeit, die Bearbeitung neuer Fahrpläne oder die Berücksichtigung geänderter Verhältnisse bei bestehenden Fahrplänen — z. B. andere Lokomotivgattungen, geänderte Zuggewichte usw. — mit den neueren Verfahren einfacher, schneller und ohne umfangreiche Vorarbeiten durchgeführt werden kann.

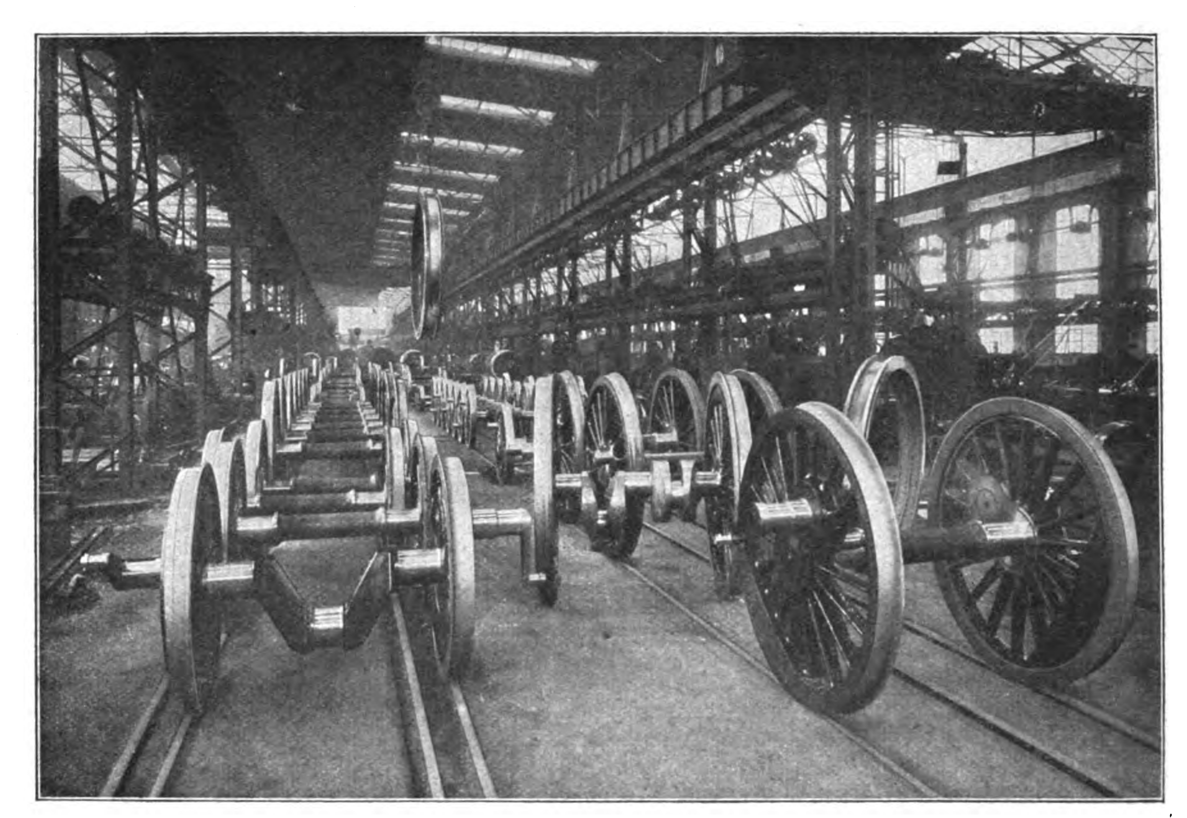
3. Die zu diesen Verfahren nötigen s/v-Diagramme sind beim Eisenbahn-Zentralamt für alle gebräuchlichen Lokomotivarten und Zuggattungen vorhanden und von dort nach Bedarf anzufordern. Sie sind für Zuglasten von 100 zu 100 Tonnen aufgestellt; zwischenliegende Belastungen sind durch Zwischenschaltung zu ermitteln.

Wird bei der Aufstellung des Fahrplans von vornherein mit einer Vorspann- oder Schiebelokomotive gerechnet, so ist wegen des ungünstigen Zusammenarbeitens der Lokomotiven die Leistungsfähigkeit der Zusatzmaschine um 10 % zu kürzen. Es wird dabei am besten so verfahren, dafs das Zuggewicht auf die Lokomotiven nach dem Verhältnis ihrer Leistungsfähigkeit verteilt wird. Sind z. B. beide Lokomotiven von gleicher Stärke, so ist das Zuggewicht (Wagenzug) zu halbieren und 5 % zuzuschlagen. Mit dem so ermittelten Zuggewicht ist alsdann der Fahrplan zu berechnen.

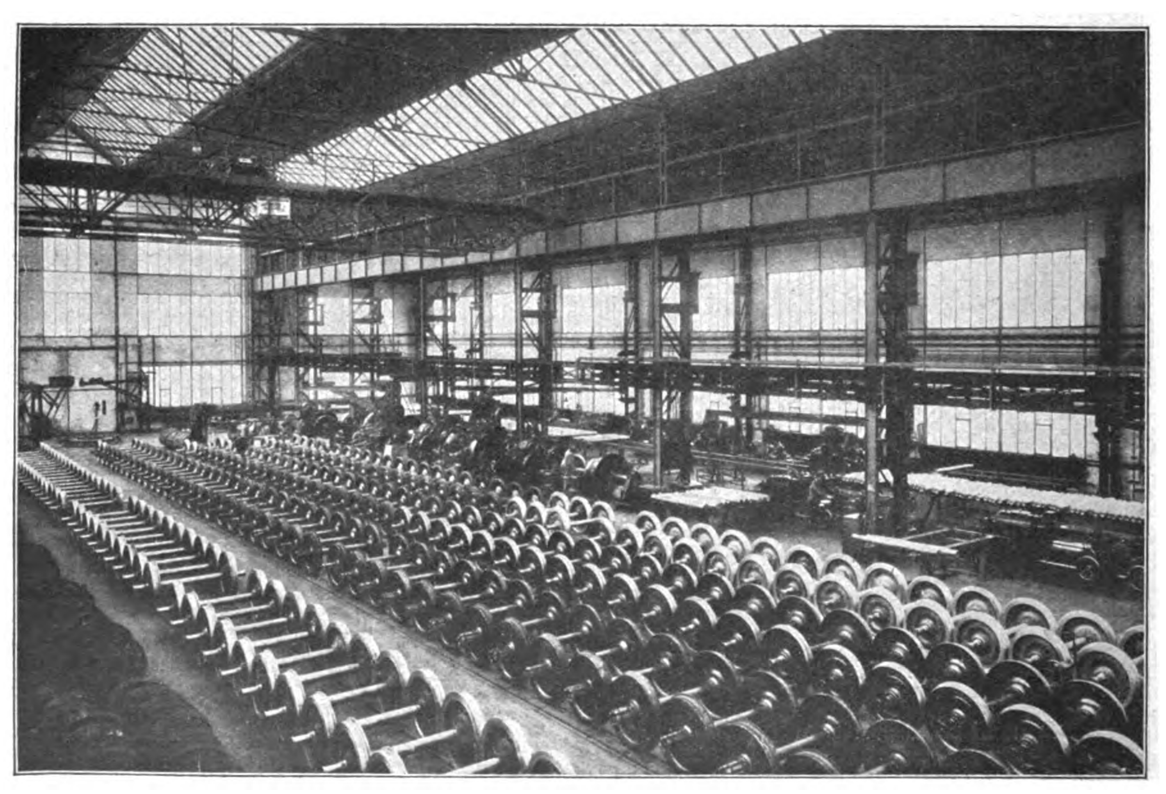
4. Eine grundsätzliche Neuerung besteht bei den neuen Verfahren darin, dafs damit im Gegensatz zu den alten Verfahren


RADSATZ-
MATERIAL





Mechanische Werkstatt I: Lokomotivradsatz-Abnahmehalle



Abnahmehalle der Wagen-Radsatzwerkstatt

nicht mehr die regelmäfsigen, sondern die kürzesten Fahrzeiten berechnet werden. Die regelmäfsigen Fahrzeiten sind bis auf weiteres durch einen Zuschlag von — vorläufig — 10 % zu den kürzesten Fahrzeiten zu ermitteln. Genauere Anweisungen darüber bleiben vorbehalten.

5. Die Herstellung des Fahrschaubildes wird wesentlich vereinfacht, wenn im Höhenplan der Strecke kürzere Neigungen vermittelt werden. Es wird hierzu das Verfahren von Dr. Ing. Müller (Verkehrstechnische Woche 1922, S. 170) empfohlen, das auf dem Grundsatze beruht, dafs die Fahrzeit auf der gemittelten Strecke genau so grofs wird wie die Summe der Fahrzeiten auf den einzelnen nicht gemittelten Abschnitten.

Da das so gemittelte Streckenbild für alle Zugarten und Stärken gilt, ist diese Arbeit nur einmal, für jede Fahrrichtung besonders, auszuführen.

6. Die Bremsparabeln sind mit einer Verzögerung zu berechnen:

a) bei Schnell- und Eilzügen von 0,3 m/Sek.^{2},
b) bei luftgebremsten Güterzügen » 0,2 » und
c) bei handgebremsten Güterzügen » 0,15 »

Die vor der Bremsstrecke einzuschaltende Auslaufkurve ist an der Stelle anzusetzen, an der erfahrungsgemäfs der Dampf abgestellt wird.

7. Langsamfahrstrecken sind bei der Berechnung der Fahrzeiten nur dann zu berücksichtigen, wenn sie für längere Zeit langsam befahren werden müssen. Dagegen sind Stellen, die nach der B. O. dauernd nur mit einer geringeren Geschwindigkeit befahren werden dürfen, von vornherein bei der Ermittelung des Fahrschaubildes zu berücksichtigen.

8. Der Krümmungswiderstand ist nach der v. Röcklschen Formel $w = \frac{650}{R - 55}$ in Steigungswiderstand umzuwandeln. Dabei sind aber Krümmungen von weniger als 250 m Länge oder mehr als 600 m Halbmesser nicht zu berücksichtigen.

Der Erlafs stellt den Direktionen frei, von den fünf genannten Verfahren eins auszuwählen; mit der praktischen Nutzanwendung soll baldmöglichst begonnen werden und zwar sollen je nach den zur Verfügung stehenden Kräften nach und nach die sämtlichen vorhandenen Fahrpläne nachgerechnet werden.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Selbstaufzeichnende Vorrichtung »Rossignol« für schnelle Prüfung des Gleiszustandes.

Hierzu Abb. 12 und 13 auf Taf. 34.

In der russischen Technika i Ekonomika 1924 Nr. 5 findet sich eine eingehende Beschreibung einer französischen selbstaufzeichnenden Vorrichtung zur schnellen Prüfung des Gleiszustandes von Ing. L. M. Langad, die z. Z. vielfach in der ausländischen Fachpresse Beachtung findet.

Auf der französischen Nordbahn wird seit 1910 die Prüfung des Gleiszustandes mit Hilfe einer Pendelvorrichtung von Ingenieur Rossignol ausgeführt. Da es wünschenswert ist, die Gleisprüfung möglichst schnell und sachgemäfs abzumachen, so lag es nahe, zu selbsttätigen Vorrichtungen zu greifen. Unter diesen war die Vorrichtung Rossignol als die beste anerkannt. Der Zustand einer Strecke drückt sich in dem gleichmäfsigen und regelmäfsigen Lauf eines Wagens aus, freilich nur im allgemeinen; denn infolge des Spieles zwischen den Radreifen und den Schienen spricht der Wagen nicht auf alle Mängel der Fahrbahn an, sondern nur insoweit, als im gegebenen Punkte die Radreifen mit den Schienenköpfen sich berühren. Man kann also am Wagenlaufe nur angenähert den Gleiszustand erkennen und es ist daher nötig, die Versuche immer an einem und demselben Wagen auszuführen, der völlig in Ordnung sein und am Schlusse des Zuges laufen mufs. Der vor ihm laufende Güter- oder Personenwagen mufs ebenfalls ein bestimmter sein, er mufs seinerseits sowohl mit dem Prüfungswagen als auch mit dem übrigen Zug völlig unabhängig verbunden und ganz in Ordnung sein, da er die Bestimmung hat, den Einflufs des übrigen Zuges auf den Prüfungswagen möglichst auszuschalten. Es wäre angezeigt, die Versuche immer bei gleichen Geschwindigkeiten auszuführen, aber da man dazu einen Sonderzug haben müfste, was recht kostspielig wäre, so werden die Untersuchungen gewöhnlich bei beliebigen Geschwindigkeiten gemacht, wobei bestimmte Mafsnahmen zur Verallgemeinerung der Ergebnisse getroffen werden. Es mufs bemerkt werden, dafs bei den verschiedenen Zuggeschwindigkeiten der Einflufs der Wagenfedern sich in den lotrechten Stofsdrücken wenig äufsert, während dagegen Seitenschwingungen unter dem Einflufs der Geschwindigkeitszunahme schnell wachsen. Man mufs daher die Beobachtungen immer auf einen Nenner zurückführen, indem man sie mittels bekannter, durch die Ausübung bewährter Wertziffern auf eine Regelgeschwindigkeit umrechnet. Die Beobachtungen der lotrechten und der seitlichen Stöfse werden mit Hilfe der selbstaufzeichnenden Vorrichtung Rossignol gemacht, die die Gröfse beider Stofsarten zu bestimmen und ihren Ort festzulegen erlaubt.

Der Wagen, in dem die Beobachtungen ausgeführt werden, ist auf der französischen Nordbahn eigens für diesen Zweck gebaut worden. Er ist zweiachsig, hat einen Mittelraum, in dessen Mitte auf einem sehr massigen und am Wagenboden kräftig befestigten Tisch die Vorrichtung Rossignol aufgestellt ist. In die Aufsenwände dieses Mittelraumes sind zwei vorspringende Fenster eingebaut, von denen aus man bequem das Gleis nach vorwärts, rückwärts und nach der Seite besichtigen und die Kilometerzeichen, alles, was auf der Strecke vorgeht, und alle anderen für den Beobachter belangreichen Gegenstände wie Überfahrten, Abzweigungen, Stationen usw. sehen kann. Der rückwärtige Aussichtsraum des Wagens ist vom Mittelraum durch einen Glasverschlag getrennt. Man kann durch ihn, auch vom Mittelraum aus, das Gleis übersehen. Die Notwendigkeit, einen Waschraum, einige Sitze und sonstige Bequemlichkeiten unterzubringen, erlaubte es nicht, den Wagen ganz symmetrisch zu bauen und man mufs den Wagen daher beim Rücklauf drehen. Wenn der Wagen aus irgend einem Grunde nicht sollte gedreht werden können, so kann man ihn auch in umgekehrter Fahrrichtung benützen, denn auf die Aufzeichnungen des Gerätes hat das keinen Einflufs. Nur die Beobachtung des Gleises wird etwas ungünstiger. Der Wagen mufs genau gebaut sein, grofsen Achsabstand haben (5,7 m) und bei Geschwindigkeiten, die bis 120 km/Std. und darüber gehen, gut laufen. Auf den französichen Bahnen ist das völlig erreicht. Die Radreifen sind zylindrisch abgedreht.

Die vollständige Aufzeichnung der Wagenbewegung mufs sechs verschiedene Bewegungsrichtungen umfassen:

1. Wagrechte Bewegung — von rechts nach links und von links nach rechts (Seitenstöfse),
2. lotrechte Bewegung — von oben nach unten und von unten nach oben (lotrechte Stöfse) und
3. Längsbewegung — vor- und rückwärts (Längsstöfse).

Die Aufzeichnung von Längsstöfsen hat vom Gesichtspunkte der Gleisprüfung keine grofse Bedeutung, da diese vor allem von den Umständen des Ziehens abhängen, d. i. von den Stöfsen der Lokomotive bei Änderung der Geschwindigkeiten und beim Bremsen. Es ist daher vollständig genügend, sich auf die Aufzeichnung der vier ersten Stofsarten allein zu beschränken.

Die Seitenstöfse werden durch besondere Pendel aufgezeichnet, die jedesmal aus ihrer Gleichgewichtslage abweichen, wenn der Wagen einem Seitenstofs unterworfen wird.

Im allgemeinen kehren Pendel, die um irgend eine Achse sich bewegen, in den Ruhezustand erst nach einer Reihe von Schwingungen zurück und es ist deshalb schwer zu erreichen, dafs sich bei ihnen nicht auch der Einflufs der folgenden Stöfse äufsert, besonders wenn diese schnell auf einander folgen. Infolgedessen war es zur Aufzeichnung der Seitenstöfse nötig, die Pendel des Rossignol-Apparats mit einer Vorrichtung zu versehen, die ihm die Ablenkung nur nach einer Seite erlaubt, d. i. auf die Hälfte der Amplitude ihrer Schwingungen und zwar so, dafs überflüssige Schwingungen

ausgeschlossen sind. Um eine solche Vorrichtung herzustellen, ist es nötig, an Stelle eines Pendels deren zwei einzubauen derart, dafs das eine durch die Stöfse von rechts nach links, das andere aber durch die von links nach rechts in Bewegung kommt. Damit diese Pendel keine zu grofsen Ausschläge machen und schneller in den Ruhezustand zurückkehren, sind sie mit besonderen Federn versehen, die auf entsprechende Weise eingestellt werden können.

Was die Aufzeichnung lotrechter Stöfse betrifft, so geht man hier nach dem gleichen Grundgedanken vor, indem man zwei wagrechte Pendel, Pedometer, anwendet, die um wagrechte Achsen schwingen und hierbei ebenfalls Widerständen zur Vernichtung der Schwingungsamplituden begegnen. An diesen Pedometern sind ebenfalls Federn zur Regelung ihrer Schwingungen befestigt. Diese Federn heben den Einflufs des Gewichts der Pedometer auf, solange sich diese in Ruhe befinden, und bringen die Pedometer in ihre anfängliche Lage zurück, sobald sie nur durch irgend einen lotrechten Stofs aus dieser Lage entfernt werden.

Alle Schwingungen der Pendel und Pedometer werden auf einem Papierstreifen aufgezeichnet, der sich gleichmäfsig, mittels eines Uhrwerks sich abwickelnd, bewegt. Auf diesem Streifen werden aufser der Aufzeichnung der Pendel- und Pedometerbewegung besondere Zeichen bei Vorbeifahrt an Kilometersteinen und anderen Punkten, die für den Beobachter von Belang sind (Überfahrten, Abzweigungen, Stationen u. a.) gemacht und zwar mittels einer besonderen Schreibvorrichtung. Auf diese Weise ist es möglich auf dem Streifen genau zu bestimmen:

1. Die Geschwindigkeit der Zugbewegung zwichen zwei Kilometerzeichen und die Bezeichnung der Stelle, wo ein besonderer Stofs erfolgte, aber auch,
2. auf welchen Gleispunkt (Kilometerzeichen, Streckenzeichen, Überfahrt, Abzweigung, Station usw.) der aufgezeichnete Stofs trifft.

Aus Abb. 12 und 13 auf Taf. 34 erkennt man die Einrichtung des Rossignol-Apparates. Zwei lotrechte Pendel P und P', die um ihre Achsen O und O' schwingen, stofsen gegen das Hauptgestell T und T', das aus zwei Teilen besteht (zu dem Zwecke, die Einflüsse der Schwingungen eines Pendels auf das andere zu vermeiden). Die Federn r und r', deren Spannung man mit den Schrauben v und v' regeln kann, machen die Schwingungsausschläge dieser Pendel kleiner. Die Schwingungen der Pendel werden durch die Bleistifte p und p' aufgezeichnet. Auf dem Oberteile der Vorrichtung befinden sich zwei wagrechte Bleimassen, die Pedometer m und m' die sich um ihre Achse a und a' drehen und durch die Federn s und s' ins Gleichgewicht gebracht sind. Diese Pedometer stofsen an den wagrechten Querbalken D des Gestelles an.

Die Aufzeichnungen der Pedometerbewegung auf dem Papierstreifen erfolgen mit Hilfe der Bleistifte q und q', deren Überleitungshebel l und l' auf ihren Achsen durch die Gewichte c und ç' ausgeglichen sind. Sie sind daher gegen den Einflufs von Seitenstöfsen gesichert.

Der Bleistift b, der durch den Druck des Beobachters mit der Hand auf eine Kautschukbirne in Tätigkeit gesetzt wird, gestattet, auf dem Streifen die Lage der Kilometersteine, der Überfahrten und anderer Bezugspunkte anzumerken.

Das Werk, das den Papierstreifen in Bewegung setzt, besteht:

1. aus der Trommel C, die auf einer wagerechten Achse sitzt, um die sie sich ungehindert drehen kann. Auf ihr ist der Papierstreifen aufgerollt. Diese Trommel mit dem Streifen spielt die Rolle eines Magazins,
2. aus einer zweiten Trommel C', die durch ein Uhrwerk in Tätigkeit gesetzt wird,
3. aus einer dritten Trommel C'', die zur Führung des Streifens dient, wobei beim Lauf des Streifens über die Trommel auf dem Bande Aufzeichnungen durch die Bleistifte q, q', p, p', und b erfolgen.

Die Schrauben V, V', V'' und V''' dienen zur wagrechten Einstellung des Apparates auf dem Tisch. Man bedient sich dabei zweier Wasserwagen, die oben auf dem Gestell über Kreuz angebracht sind.

Die Schrauben v und v' dienen, wie schon erwähnt, zur Regelung der Spannung an den Federn der lotrechten Pendel, wogegen die Schrauben t und t' die Pedometerfedern einstellen.

Alle Schrauben sind mit Gegenmuttern versehen, um Lockerungen zu verhindern.

Bei der Durchsicht der Ergebnisse darf nicht übersehen werden, dafs der Versuchswagen, infolge des Spieles zwischen den Radreifen und den Schienen nicht auf alle Fehlerstellen des Gleises ansprechen kann. Einige Mängel des Gleises, die mit dessen Lage zusammenhängen, können, soweit sie nicht sehr fühlbar sind, der Aufzeichnung auf dem Streifen entgehen; man darf aber daraus nicht den Schlufs ziehen, dafs die Aufzeichnungen überhaupt nicht genügend genau seien, denn alle mehr oder weniger bedeutenden Fehlerstellen kommen auf den Streifen und, wie der Versuch zeigt, fanden die Bahnunterhaltungsbeamten bei genauer Durchsicht immer die aufgezeichneten Unregelmäfsigkeiten an den vom Apparat angezeigten Stellen.

Da die Verschiedenheiten der Geschwindigkeit sich in den Ablesungen des Apparates äufsern, so müssen die Schwingungsaufzeichnungen der Pendel und Pedometer auf eine bekannte Grundgeschwindigkeit zurückgeführt werden, um unter sich vergleichbar zu sein.

In den geraden Gleisstrecken geschieht dies folgendermafsen:

Nach einigen Fahrten, die mit verschiedenen Geschwindigkeiten in kurzen Zeitzwischenräumen (innerhalb 1 oder 2 Tagen) auf ein und derselben geraden Gleisstrecke, deren Zustand und Eigenschaften vorher schon bekannt sind, zurückgelegt werden, müssen als Abgeleitete dieser Geschwindigkeiten die zulässigen Grenzschwingungen der Pendel und Pedometer auf den Streifenaufzeichnungen bestimmt werden.

Nach einem Vergleichsmafsstab, der durch solche Versuche gewonnen wurde, mufs man auf den Schaubildern Zusatzlinien ziehen, die die zulässigen Grenzabweichungen der Pendel und Pedometer bei verschiedenen Geschwindigkeiten bezeichnen.

An solchen Punkten der Strecke wie Weichen, Kreuzungen u. a., wo unter allen Umständen die Spurweite und Gleislage von der für das übrige Gleis gültigen Regel abweicht, mufs man die zulässige Abweichungsgrenze anderthalbmal gröfser als in Geraden des gewöhnlichen Gleises bei denselben Geschwindigkeiten annehmen.

Die Zurückführung der Seitenschwingungen, die man in gekrümmten Gleisstrecken erhält, ist verwickelter. Hier hat die Geschwindigkeit nicht nur Einflufs auf die Vergröfserung der Stofsdrücke, sondern verzerrt weiterhin die Aufzeichnungen des Apparates selbst, dessen Pendel entweder sich an Hindernisse anlehnen (Gestell T und T') oder das Bestreben haben, entsprechend der Gleisquerneigung oder der Fliehkraft abzuweichen. Es ist gewöhnlich nicht möglich, mit irgend einer Formel die hieraus entstehenden Fehler zu verbessern, aber nichtsdestoweniger ist es möglich, an seine genügende Einschätzung heranzugehen, indem man von der bezüglichen Schwingung beider Pendel ausgeht. Wenn ihre Schwingungen gleich erscheinen, so darf angenommen werden, dafs der Einflufs der Gleisneigung durch die Fliehkraft aufgewogen wird, und dann können die Ergebnisse so angesehen werden, als wenn es sich um eine Gerade handelte. Wenn dagegen die Schwingungen beim Vergleich nach der einen Seite bedeutender erscheinen als nach der anderen, so mufs man schliefsen, dafs sie entweder durch die Gleisquerneigung oder die Fliehkraft vergröfsert sind, und diesen Umstand bei der Bestimmung der Ergebnisse in bekanntem Mafse in Rechnung ziehen.

Alle Strecken auf denen Schnellzüge verkehren, werden zu Beginn des Frühjahrs geprüft. Alle Schaubilder, die bei diesen Untersuchungsfahrten erhalten werden, werden in einem besonderen Amte in Paris mit früheren verglichen und den äufseren Dienststellen (Gleiserhaltungsstellen) zugesendet, wobei deren Aufmerksamkeit auf schlechte Gleisstellen gelenkt wird. Diese Zusammenstellungen in Verbindung mit persönlichen Wahrnehmungen lenken die Aufmerksamkeit dieser örtlichen Dienststellen vor allem auf die Punkte, an denen es am meisten fehlt. Die Schaubilder gehen dann an die Zentralstelle mit Aufklärungen über jede einzelne Fehlerstelle und über die zur Ausbesserung getroffenen Mafsnahmen zurück. Unabhängig von diesen in jedem Frühjahr ausgeführten Fahrten werden solche auch während des übrigen Jahres vorgenommen, wenn auf irgend welchen Teilstrecken ein unruhiger Gang der Züge auftritt. Solche Fahrten können unangemeldet erfolgen und gestatten eine genügend genaue Untersuchung der Strecke zu jeder Jahreszeit. Es ist das wichtig, für die Beobachtung besonders schlechter Gleispunkte, für die Erforschung des Streckenzustandes im allgemeinen und für die Ausarbeitung sachgemäfsen Vorgehens bei der Instandsetzung. Dies wurde auch auf den Strecken der

französischen Nordbahn, die die ganze Zeit über sich des Rossignolapparates bediente, regelmäfsig erreicht.

Es ist wünchenswert, im Versuchswagen einen selbsttätigen Geschwindigkeitszeiger mitzuführen, da dadurch die Beobachtungen sehr erleichtert werden.

Soweit die Veröffentlichung Langads. Einem aus der neuesten Zeit stammenden Reisebericht des schwedischen Zivilingenieurs Matern in Teknisk Tidskrift ist zu entnehmen, dafs neben diesem „Rossignol“ noch ein neuerer verbesserter Apparat „Hallade“ in Verwendung ist. Beide benennen sich nach ihren Erfindern.

Man steht diesen Schaubildern, selbst wenn die Vorrichtungen die ihnen übermittelten Stöfse völlig wahrheitsgetreu abzeichnen, noch mit unbeantworteten Fragen gegenüber. Auf den Apparat werden die Wirkungen der Unregelmäfsigkeiten der Fahrbahn, durch das Spiel der Wagenfedern und durch alle Unregelmäfsigkeiten und Zufälligkeiten des Wagenlaufes beeinflufst, also unter Umständen verzerrt, übermittelt. Ferner ist nicht ohne weiteres festzustellen, ob die an den Pendeln und Pedometern zur Beruhigung der Schwingungen angebrachten Federregler die Naturtreue der ganzen selbsttätig zeichnenden Darstellung unberührt lassen. Die Erfahrungstatsache allein, dafs die Vorrichtung auf schlechte Gleisstellen im allgemeinen anspricht, ist doch eigentlich noch recht wenig und rechtfertigt an sich noch nicht die Anwendung einer so grofsen Zurichtung mit zwei Wagen, einem besonderen Prüfamte usw. Das ausschlaggebende Urteil über den inneren Wert der Einrichtung wird immerhin, der ausübenden Erfahrung zustehen. Dr. Saller.

Bahnhöfe nebst Ausstattung; Lokomotivbehandlungsanlagen.

Lokomotivbehandlungsanlagen der belgischen Staatseisenbahn.

Bulletin de l'Association intern. du Congrès des Chemins de fer, Heft 5, Mai 1924.)

Mit Abb. 1—4, Tafel 34.

Die belgische Staatseisenbahnverwaltung hat vor einigen Monaten im Schaerbeek-Rangierbahnhof einen neuen grofsen Lokomotivschuppen mit den dazu gehörigen Lokomotivbehandlungsanlagen in Betrieb genommen. Es erregt Interesse, wie solche Anlagen im Auslande entworfen und mit welchen Einrichtungen sie ausgestattet werden. Es soll daher die Anlage im folgenden kurz beschrieben werden.

Der Schuppen, als Langhaus ausgeführt, mifst 209 × 92 m und gliedert sich in 2 Halbschuppen, die durch die Räume für die Arbeitsmaschinen und für die Schmiede getrennt sind. Jeder Halbschuppen hat 19 Gleise. Insgesamt können 150 Lokomotiven gröfster Bauart hinterstellt werden. Eine Schuppenhälfte ist vorerst noch als Ausbesserungswerkstätte und Stofflager verwendet. Das Gebäude ist in Eisenbeton ausgeführt und durch zahlreiche Fenster und Oberlichtaufbauten reichlich belichtet.

Sämtliche Gleise sind mit Untersuchungsgruben von 1 m Breite und 1 m Tiefe ausgestattet. In jeder der beiden Schuppenhälften ist eine Radsenkgrube von 2,30 m Breite und 3,90 m Tiefe unter je 6 Gleisen eingebaut. Zwei fahrbare elektro-hydraulische Achssenken von je 18 t Tragfähigkeit mit je 3 hydraulischen Hebekolben sind für die beiden Radsenkgruben vorgesehen. Das Ablassen eines Radsatzes erfordert nach vollständiger Vorbereitung 2 Minuten, das seitliche Verschieben der belasteten Achssenke bis zum äufsersten Gleis höchstens 10 Minuten, das Heben eines Radsatzes, Beiziehen der auf Rollen laufenden Schienen und Stellen des Radsatzes auf diese rund 12 Minuten Zeitaufwand.

Die Rauchabführung im Schuppen erfolgt durch trichterförmige Rauchabzüge mit Klappen, die in bekannter Weise vom Lokomotivpersonal bedient werden. Sammelkanäle führen den Rauch in 4 je 55 m hohe Kamine. Die Abzugtrichter sind in solcher Zahl vorgesehen, dafs Lokomotiven der verschiedensten Längen und Bauarten unter einen solchen zu stehen kommen können.

Der Schuppen mit den Gesamtanlagen bedeckt eine Fläche von 11 Hektar. (Abb. 1, Taf. 34). Die Gleisanordnung ist so getroffen, dafs sich ein- und ausfahrende Lokomotiven nirgends behindern, und dafs die Vorgänge der Lokomotivbehandlung (Drehen, Bekohlen, Wasserfassen und Ausschlacken) sich streng geordnet folgen. Es wurde erreicht, dafs der Abschlufsdienst im Mittel 50 Minuten beträgt, während früher 1 Std. 40 Minuten und bei Lokomotivenandrang 3 Stdn. hierfür aufzuwenden waren.

Zum Drehen der Lokomotiven sind 2 elektrisch angetriebene Drehscheiben von je 22 m Durchmesser vorhanden.

Die Bekohlungsanlage ist nach Art der bei der Paris—Lyon—Mittelmeerbahn bestehenden Anlagen ausgeführt. (Abb. 2, Taf. 34). Sie besteht in der Hauptsache aus einer in Eisenbeton ausgeführten Ladebühne von 16 × 24 = 384 qm Fläche und 5,6 m Höhe über SO. und überbrückt 2 Lokomotivgleise. Auf der Ladebühne ist ein Netz von 0,50 m Schmalspurgleisen mit Kleindrehscheiben an den Überschneidungen angelegt, so dafs ein Befahren in jeder Verbindung möglich ist. Es können auf der Bühne 100 Kleinwagen mit je 500 kg Brennstoff, also insgesamt 50 t in Vorrat aufgestellt werden. 2 Absturztrichter über den beiden Lokomotivgleisen gestatten das Abkippen der Brennstoffe unmittelbar auf die Tender der unter der Bühne stehenden Lokomotiven. Die Zuführung der Kohle geschieht in Trichterwagen aus dem in der Nähe befindlichen Kohlenlager. Die Kleinwagen, von denen 150 Stück vorhanden sind, werden unmittelbar aus den Trichterwagen gefüllt und auf Schmalspurgleisen an die Ladebühne gebracht, wo sie mit 2 Aufzügen, von denen jeder einen Kleinwagen fafst, hochgehoben werden. Die stündliche Leistung eines Aufzuges beträgt 50 Wagen = 25 t Kohle. Durch jeden der beiden Sturztrichter können stündlich bis zu 90 Wagen = 45 t Brennstoff abgekippt werden, sonach Höchstleistung der Anlage stündlich 90 t Abgabe.

Es sind täglich rund 95 Lokomotiven zu bekohlen, an eine Lokomotive werden durchschnittlich 4 t Kohle abgegeben. Der gröfste Zulauf beträgt 10 Lokomotiven in 30 Minuten, was 80 t Abgabe in der Stunde entspricht. Das Kohlenfassen einer Lokomotive beansprucht 6 Minuten. Zur Bedienung der Anlage sind in einer Schicht 5, also täglich 15 Mann, einschl. der Aufseher, die mitarbeiten müssen, notwendig.

Das Kohlenlager selbst umfafst 4400 qm (220 × 20 m) und wird von 2 Dampfgreiferkranen von beiden Seiten bedient. In der Regel versieht ein Dampfkran das Entladen der ankommenden Kohlenwagen, der zweite Dampfkran das Beladen der Trichterwagen für die Zufuhr an die Ladebühne. Die Kohlen werden sämtlich zuerst auf Lager genommen, um beim Abladen und Wiederaufladen eine Mischung der verschiedenen Sorten zu erzielen. Für später ist eine eigene Kohlenmischanlage. die auch die Bezirke Antwerpen, Brüssel und Malines mit Mischkohlen zu versorgen hat, vorgesehen.

Die Selbstkosten für die Abgabe einer Tonne Kohle an die Lokomotive einschl. Ausladen, Beladen der Trichterwagen, Verzinsung, Unterhaltung und Tilgung der Anlagen betragen 1,85 fr (= 0,50 M., Aprilkurs) gegenüber früher 2,65 fr. (= 0,71 M.) bei Entladen von Hand und Abgabe mit ortsfestem Kran.

Zum Entschlacken der Lokomotiven sind 2 Gruppen von je 2 quer zu den Lokomotivgleisen laufenden Aschengruben von trapezförmigem Querschnitt vorgesehen, die je 16 m auseinanderliegen.

Zwischen den 2 Lokomotivgleisen jeder der beiden Entschlackungsanlagen liegt das Gleis für die Aufstellung der Schlackenabfuhrwagen. Seitlich der Lokomotivgleise sind insgesamt 9 Wasserkrane aufgestellt.

Über jedem Schlackenabfuhrgleis (Abb. 3 und 4, Taf. 34) ist an einer Fachwerkkonstruktion die Fahrbahn für eine Laufkatze mit Greifer über die ganze Gleislänge aufgehängt. Laufkatze und Greifer werden von einem am Gleisende in Schienenhöhe vorgesehenen, ortsfestem Maschinenraum aus mit elektrisch angetriebenen Winden und Seiltrommeln bedient. Ein Mann kann in einer 8-Stundenschicht den täglichen Gesamtanfall von Feuerungsrückständen rund 70 t mit den 2 Greiferanlagen unmittelbar aus den 4 Aschengruben auf die bereitstehenden Wagen verladen. Die Selbstkosten, einschliesslich aller Nebenkosten betragen für die Verladung einer Tonne Rückstände 1,35 fr. (= 0,36 M.) gegenüber 1,75 fr. (= 0,47 M.) bei Handverladung.

Bemerkenswert ist noch die Kesselauswaschanlage. bei der die Kessel mit 4—5 Atm. Druck abgelassen werden und das Dampf- und Wassergemenge zum Vorwärmen von Reinwasser zum späteren Warmfüllen verwendet wird, während das durch ein Filter gereinigte warme Kesselwasser selbst zum Auswaschen der Kessel benützt wird. Das Waschen eines Kessels mit Wiederfüllen dauert 2 Stunden. Durch die Anlage, die mit elektrisch angetriebenen Kreiselpumpen arbeitet, werden täglich 2.5—3 t Kohlen gegenüber dem seitherigen Auswaschen mit Injektoren erspart.

Weiterhin wird die gebrauchte Putzwolle im Eigenbetrieb entölt und gereinigt. Das gewonnene Putzöl und die gewaschene Putzwolle dienen zur Vorreinigung der Lokomotiven, wodurch 35 v. H. von diesen Stoffen erspart werden.

Das Öl- und Petroleumlager befindet sich unter dem Lampenraum. Es sind 6 zylindrische Behälter von je 15000 kg Fassungsvermögen vorgesehen, die von aufsen unmittelbar aus den Kesselwagen gefüllt werden. Jeder Behälter trägt eine Sicherheitsvorrichtung, die bei aufsergewöhnlicher Temperaturerhöhung selbsttätig wirkt.

Die Ölabgabe erfolgt mit Pumpen, die auf Abgabemengen bis zu 1 kg für einen Kolbenhub eingestellt werden können. Selbsttätige Zählwerke, die mit den Pumpen verbunden sind, ermöglichen die stete Nachprüfung der abgegebenen Ölmengen.

Der gewollte Zweck der Anlage, an Arbeitskräften zu sparen und den Lokomotivbetrieb flüssig zu halten, ist nach den praktischen Erfahrungen in hohem Mafse erreicht worden. Kn.

Neues Maschinenhaus der Richmond, Fredericksburg und Potomac-Eisenbahn in Richmond.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 9.)

Hierzu Abb. 10 und 11 auf Tafel 34.

Die kürzlich vollendeten neuen Maschinenhaus-Anlagen in Richmond (Va.) weisen verschiedene Einrichtungen auf, die auf eine rasche und wirtschaftliche Abwicklung des Dienstes abzielen. Die neue, aufserhalb des Weichbildes der Stadt Richmond gelegene Anlage ersetzt das bisherige Boulton-Maschinenhaus und ist mit dem Güterbahnhof Acca verbunden. Dieser Bahnhof ist Grenzbahnhof der Richmond, Fredericksburg und Potamac-Bahn und der Atlantic—Coast-Linie; das neue Maschinenhaus hat für die Bedürfnisse beider Bahnen zu sorgen.

Die örtliche Lage (Abb 10, Taf. 34) bringt es mit sich, dafs die Zu- und Abfahrten zum und vom Maschinenhaus linksgleisig betrieben werden müssen. Das Zufahrtsgleis teilt sich in vier Stränge, von denen zwei über Untersuchungsgruben und Putzgräben führen. Ein Gleis liefert eine unmittelbare Zufahrt zum Maschinenhaus und das vierte, zwischen den beiden Untersuchungsgruben gelegene, ist für die Verschiebelokomotiven bestimmt, die nicht zur Drehscheibe fahren müssen. Es ist als Stutzengleis angelegt, an dessen Ende die zur Abfuhr von Schlacken und Asche dienenden Wagen hinterstellt werden. Die ersten drei Gleise führen unter einer Bekohlungsanlage aus Beton mit 1000 t Rauminhalt hinweg und hierauf zu einer Gelenkdrehscheibe von 32 m Durchmesser.

Von der Drehscheibe führt ein Ausfahrtsgleis an der Bekohlungsanlage vorbei und über einen besonderen seichteren Putzgraben hinweg zum Bahnhof. Andere Ausfahrtsgleise lösen sich in mehrere Gleisstränge auf, die zur Hinterstellung von Lokomotiven benützt werden.

Die beiden Untersuchungsgruben in den Haupt-Zufahrtsgleisen stehen durch einen Quertunnel und Treppen unter sich und mit dem Dienstraum des Untersuchungsbeamten in einem unmittelbar nebenan gelegenen Gebäude in Verbindung. Für gute Beleuchtung der zu untersuchenden Lokomotiven ist durch je sechs Stück 150 Watt-Winkelreflektorlampen auf jeder Seite des Gleises vorgesorgt. Die Lampen sind etwa 2,15 m von Gleismitte und 2,90 m über Erdboden angeordnet. In den Untersuchungsgruben sind noch besondere in Nischen der Seitenwände eingelassene Beleuchtungskörper angebracht.

Dem Dienstraum des Untersuchungsbeamten schliefst sich ein Raum zur Unterbringung von Ölkannen, Schaufeln und Werkzeugkästen an, die von den ankommenden Lokomotiven eingeliefert werden. Ein weiterer Raum soll späterhin zur Aufnahme von Einrichtungen zum Prüfen der selbsttätigen Bremseinrichtungen der Lokomotiven (Automatic Train Control) dienen. Im Dienstraum des Untersuchungsbeamten meldet das Lokomotivpersonal auf einem Formblatt etwaige Schäden; der Beamte ergänzt die Meldungen und sendet das Formblatt durch eine Druckluft-Rohrpostanlage dem Werkstättebeamten im Maschinenhaus zu. Während die Lokomotive am Putzgraben und an der Bekohlungsanlage verweilt, können bereits in der Werkstätte die nötigen Vorbereitungen für sofortige Ausbesserung getroffen werden.

Die zwei Hauptputzgräben sind je 76 m lang, mit glasierten Ziegeln gepflastert und für nasse Behandlung der anfallenden Brennstoffrückstände ausgerüstet. Das zwischen den beiden Hauptputzgleisen befindliche Stutzengleis für die Verschiebelokomotiven hat einen kürzeren Putzgraben (30,5 m). Alle drei Putzgleise werden von einem Laufkran von 15,2 m Spannweite und 5 t Tragfähigkeit überspannt, dessen Laufbahn von eisernen Ständern getragen wird. Der Kran befördert die Schlacken aus den Putzgräben zu den am Ende des Stutzengleises hinterstellten Trichterwagen. Auch kann der Kran zum Entladen der ebenfalls hier abgestellten Sandwagen verwendet werden, da die Sandtrockenanlage unmittelbar am Ende des Stutzengleises angeordnet ist. Der getrocknete Sand wird durch Prefsluft zu den Vorratsbehältern an der Bekohlungsanlage befördert, wo die Lokomotiven gleichzeitig mit der Bekohlung ihren Sandvorrat ergänzen können.

Der im nebenan liegenden Ausfahrtsgleis gelegene Putzgraben von etwa 4 m Länge ist nur seicht. Seine Sohle ist nach dem benachbarten Hauptputzgraben zu geneigt und die von den ausfahrenden Lokomotiven entnommenen Aschenrückstände werden durch Prefswasserspülung in den Hauptgraben geschwemmt.

Die Bekohlungsanlage mit Behältern für 1000 t Kohle kann gleichzeitig vier Gleise bedienen; sie gibt die Kohle in genau abgewogenen Mengen ab und ist in der üblichen Weise mit doppeltem Aufzug usw. ausgerüstet. Der Anfuhr der Kohlen dienen zwei Gleise, die über Trichteranlagen führen, in die die ankommenden Kohlen entleert werden. Ein nebenan befindliches Kohlenlager kann bei 4,50 m Schütthöhe einen Kohlenvorrat von 25000 t, entsprechend einem zweimonatigen Bedarf, aufnehmen.

Zwischen der Bekohlungsanlage und der Drehscheibe befindet sich noch ein betonierter Waschplatz, anscheinend zum äufserlichen Abwaschen der Lokomotive dienend. Hier sind Rohrleitungsanschlüsse für Wasser, Dampf und Prefsluft, sowie Kanalisation vorgesehen.

Die Drehscheibe bedient ein halbkreisförmiges Maschinenhaus mit 30 Ständen; weitere 16 Stände können später ausgebaut werden. Jeder Stand ist 33,53 m lang und mit Laufgräben versehen (Abb. 11, Taf. 34). Gleis 11 und 12 sind mit Prefswasser-Achssenken für Treibachsen, Gleis 14 und 15 mit solchen für Lauf- und Schleppachsen ausgerüstet. Zwischen Gleis 11 und 12, sowie zwischen 14 und 15 sind Stützsäulen für das Dach durch verstärkten Dachausbau vermieden, um Raum für 380 mm hohe I-Träger zu gewinnen, auf welchen zwei Laufkatzen mit elektrischen 6 t-Flaschenzügen laufen. Ähnliche I-Träger ziehen sich in etwa 3 m Abstand von der Aufsenwand des Maschinenhauses im Innern des ganzen Gebäudes im Halbkreis herum; sie stehen durch Anschlüsse mit den I-Trägern bei den Achssenken und mit der Maschinenwerkstätte in Verbindung, welche sich an der Aufsenseite des Gebäudes bei Gleis 11—15 befindet. Aufserdem ist jeder Lokomotivstand noch mit zwei Eintonnen-Flaschenzügen für Handbetrieb ausgerüstet, die an 250 mm hohen I-Trägern im Abstand von 1,6 m von Gleismitte bei jedem Laufgraben angebracht sind und sich bis an die Laufbahn der 6 t-Laufkatzen erstrecken.

Eine Kesselwaschanlage mit hölzernen Wasserbehältern von 5,5 m Durchmesser und 4,9 m Höhe bedient die eine Hälfte des Hauses (Gleis 16 bis 30). Der Waschrohrleitung entlang ist im Dachgerüst ein begehbarer Steg gebaut.

Das Maschinenhaus selbst ist auf Betonsockeln aus Eisenbetonsäulen und -Trägern erbaut; die Wandflächen sind durch Ziegelmauerwerk ausgefüllt. Das Dach ist durch vier Säulenreihen in fünf, im Grundrifs halbkreisförmige Felder unterteilt. Feld 3 und 4, von innen aus gerechnet, sind mit Oberlichtaufsätzen versehen, deren Dachflächen gegen die Maschinenhausmitte geneigt sind. Da schwere Schneefälle in dieser Gegend nicht erwartet werden, ist das Dachgerüst verhältnismäfsig leicht und dabei feuersicher durch in Beton eingegossene Ziegel unter Einlage von Verstärkungseisen gebildet. Dies ergab eine Art von Eisenbetonträgern, die mit den Ziegeln zusammen eine Dachfläche bilden, die sozusagen aus einem Gufs besteht.

Die übrigen Anlagen für das Personal, für Wasserversorgung, Werkstätten usw. bieten nichts Neues. Erwähnung verdient vielleicht noch, dafs die Verwendung farbiger Heizer die Bereitstellung gesonderter Aufenthaltsräume für Farbige mit besonderen Eingängen nötig machte. Pfl

Lokomotiven und Wagen.

Kühlwagen mit Lüftung der Chicago — Rock Island und Pacific-Eisenbahn.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 10.)

Die Chicago — Rock Island und Pacific-Eisenbahn beschafft 250 neue Kühlwagen zum Transport von Früchten, Gemüse und anderen verderblichen Nahrungsmitteln, von denen kürzlich die ersten Wagen geliefert wurden. Die neuen Wagen haben das übliche eiserne Untergestell mit zwei „Bettendorf"-Drehgestellen zu je zwei Achsen. Der Wagenkasten besteht aus Holz, die Dacheindeckung aus Blech. Besondere Sorgfalt wurde auf den Wärmeschutz verwendet, der nicht durch Einbau von Luftzwischenräumen, sondern durch dicke Schichten der Wärmeschutzmassen erzielt wird. Man ist zu dieser Anordnung übergegangen, weil man gefunden hat, dafs wärmeschützende Luftschichten an Fahrzeugen im Betriebe schwer dicht zu halten sind und Undichtheiten die Wirksamkeit stark vermindern.

Die Wärmeschutzstoffe werden nur auf der Aufsenseite des Wagenkastens angebracht; dadurch soll eine einfachere Instandhaltung erreicht werden, wobei als weitere Vorteile angeführt werden, dafs Beschädigungen, die durch seitliches Streifen der Wagen hervorgerufen wurden, ohne Entfernung der inneren Verschalung vorgenommen werden können und dafs das eigentliche Kastengerippe um die Dicke der Wärmeschutzschichten schmäler und daher widerstandsfähiger werde.

Die Anordnung des Wärmeschutzes ist beim Wagenboden, den Seitenwänden und dem Dache verschieden. Über dem 20,6 mm dicken Blindboden ist eine 50,8 mm dicke Korkschichte eingebracht; darauf folgt eine wasserdichte Schichte von 6,4 mm Dicke, wobei besondere Sorgfalt auf die Abdichtung an den Seitenwänden verwendet wird. Hierauf folgt noch eine Lage Papier und dann erst der Tragboden aus 44,4 mm starken Bohlen.

An den Seitenwänden sind zwei verschiedene Arten Wärmeschutzstoffe verwendet. Unmittelbar auf das Kastengerippe wird von aufsen her eine 12,7 mm starke Lage von „Insulite" aufgebracht, die die ganze Seitenwandfläche bedeckt und zugleich zur Verstärkung und Versteifung der Wände beiträgt; sie ersetzt die übliche Blindverschalung. Hierauf werden bis zur Höhe der unteren Wandriegel, also etwa im unteren Drittel der Fläche, zwei Lagen Haarfilz von je 19,1 mm Dicke aufgelegt, während der obere Teil der Wände mit drei je 12,7 mm dicken Schichten einer „Flaxlinum" genannten Wärmeschutzmasse bedeckt wird. Die Wagentüren sind ebenfalls mit einer 12,7 mm dicken Lage „Insulite" und drei Lagen „Flaxlinum" von je 12,7 mm Schichtstärke abgedichtet.

Das Wagendach ist mit zwei Lagen „Insulite" bedeckt, zwischen denen sich eine 38,1 mm dicke Schicht von Haarfilz befindet. Die Oberfläche der oberen Insulitelage erhält noch einen wasserdichten Anstrich. Diese Schichten sind völlig eben, so dafs sich zwischen diesen und dem schwach sattelförmigen Dach noch ein Luftzwischenraum bildet. Das Dach selbst ist mit Blech eingedeckt.

Im Innern des Wagens sind korbförmige Eisbehälter untergebracht, die vom Dache aus gefüllt werden. Die Lüftung der Wagen erfolgt nach dem Acme-System; diese Bauart bezweckt Abführung der von den Nahrungsmitteln sich bildenden Gase, die Wärme und Feuchtigkeit enthalten, ohne die Kühlung und den Umlauf der Kühlluft zu beeinträchtigen. Diese Gase sammeln sich infolge ihrer geringeren Dichte in der Nähe der Wagendecke an, wobei angenommen wird, dafs sie ihre höchste Temperatur bei Annäherung an die Eisbehälter besitzen. Es ist daher im Wageninnern an der Decke eine fast die ganze Länge zwischen den Eisbehältern ausfüllende ganz flache Röhre aus verzinktem Eisenblech vorgesehen, die in der Nähe der Eisbehälter Öffnungen besitzt, in die die Gase eintreten und zur Wagenmitte strömen können, von wo sie durch zwei kleine am Dach eingebaute Luftsauger abgesaugt werden. Gleichzeitig ist für Ersatz durch Frischluft in der Weise gesorgt, dafs an den beiden Wagenstirnseiten je eine kleine Lufteinlafsöffnung vorgesehen ist. Die hier in nur kleinen Mengen eintretende Aufsenluft wird zuerst durch einen flachen Metallbehälter, der sich an der Stirnwand in nächster Nähe der Eisbehälter befindet, hindurchgeführt, kühlt sich hierbei ab, wobei sich gleichzeitig der Wasserdampf an den kalten Metallwänden niederschlägt. Die Frischluft gelangt daher kalt und trocken in das Wageninnere.

Die übrigen Einrichtungen der Wagen bieten nichts neues.

Pfl.

Dieselelektrische Lokomotive für Tunis.

(Revue Générale des Chemins de Fer 1924, 1. Halbjahr, Nr. 3).

Hierzu Abb. 5 bis 9 auf Tafel 34.

In Tunis ist vor einiger Zeit eine dieselelektrische Lokomotive in Dienst gestellt worden, mit der bei Versuchsfahrten und im Betrieb beachtenswerte Ergebnisse erzielt worden sind. Abb. 5 bis 8 auf Taf. 34 zeigen die Lokomotive, die von der Diesel-Elektriska Vagn-Aktiebolaget geliefert wurde. Die Lokomotive ist für die auf der Bahn vorhandene Spurweite von 1 m gebaut. Auf zwei zweiachsigen Drehgestellen mit je 2 m Radstand ruht ein Blechrahmen, der die Krafterzeugungsanlage trägt. Der Abstand der Drehzapfen beträgt 5 m, die ganze Lokomotivlänge von Puffer zu Puffer 10,5 m. Zum Antrieb dient ein Viertakt-Dieselmotor von 120 PSe. Seine sechs Zylinder sind paarweise in V-Form angeordnet und wirken auf eine dreifach gekröpfte Welle. Mit dieser ist der Stromerzeuger elastisch gekuppelt; er hat acht Pole und Nebenschlufswicklung. Seine Spannung ist veränderlich bis hinauf auf 550 Volt, die Arbeit unabhängig von der Zuglast und der Geschwindigkeit; bei Überlastung schaltet sich die Maschine selber aus. Jede Achse wird mittels eines Nickelstahlgetriebes von einem besonderen Motor angetrieben. Ist einer derselben beschädigt, so kann er ausgeschaltet und die Fahrt mit den übrigen drei Motoren weitergeführt werden. Die Führerstände sind wie bei Strafsenbahnwagen an beiden Enden angeordnet. Zum Anfahren wird der Strom einem Sammler von 90 Elementen entnommen; der Stromerzeuger wirkt dann als Motor zum Antrieb der Dieselmaschine. Die nötige Luft für die Dieselmaschine wird einem Druckluftbehälter entnommen, der auch die Bremse bedient. Der Vorrat an Treiböl reicht bei voller Belastung für 800 km Fahrstrecke; der Kühlwasservorrat braucht sogar erst nach 1000 km ergänzt zu werden. Das Auffüllen der Behälter geschieht in einfacher Weise mittels einer Pumpe. Die Lokomotive, die 29 t wiegt, sollte, nach den Angaben der Lieferfirma, eine Zuglast von 41 t, also ein gesamtes Zuggewicht von 70 t einschliefslich der Lokomotive mit 60 km/Std. auf der Ebene und mit 40 km/Std. auf einer Steigung von 5 ‰ befördern. Das Anfahren sollte ohne aufsergewöhnliche Stöfse möglich sein. Abb. 9 auf Taf. 34 zeigt die tatsächlich erzielten Zuggewichte. Der Ölverbrauch betrug durchschnittlich 7 g für 1 tkm. Die Quelle gibt die Kosten für den Brennstoff als nur halb so grofs an wie beim Betrieb mit Dampflokomotiven. Da jedoch die Beschaffungskosten höher sind als bei solchen und auch über die Unterhaltungskosten noch nichts genaues bekannt ist, kann man über die Wirtschaftlichkeit dieser dieselelektrischen Lokomotive vorläufig noch kein endgültiges Urteil abgeben. Sie mag aber in Fällen, wie dem vorliegenden, wo einerseits grofse Leistungen nicht verlangt werden und andererseits die Linienführung durch wasser- und kohlenarme Gegenden die Verwendung von Dampflokomotiven verbietet oder doch wenigstens sehr erschwert, eine geeignete Lösung darstellen.

R. D.

Bücherbesprechungen.

Der Wegebau. Von Dr. e. h. Alfred Birk o. ö. Professor an der Deutschen Techn. Hochschule in Prag. Sechster Teil: Signal- und Sicherungsanlagen bei Eisenbahnen. 198 S. mit 143 Abb. Leipzig und Wien, Franz Deuticke 1924.

Das bekannte Werk des Verfassers über den gesamten Wegebau im weiteren Sinne des Wortes gelangt mit diesem Teile zum Abschlufs. Eine Einführung in das Gebiet der Signal- und Sicherungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der bei den ehemaligen Österreichischen Eisenbahnen gebräuchlichen Ausführungen will der vorliegende Band sein. Das Ziel hat der Verfasser, wie wir feststellen können wohl erreicht. Wenn auch die Forderungen des Eisenbahnbetriebes nicht so in den Vordergrund gestellt sind wie in dem Cauerschen Buch über denselben Gegenstand*), die konstruktive

*) Vergl. Organ 1923, S. 24.

Behandlung vorwiegt und eine gröfsere Beschränkung in der Stoffbehandlung dem Zwecke des Werkes entsprechend eingehalten ist, so geht doch aus der Bearbeitung der praktisch erfahrene Fachmann hervor.

Der 1. Abschnitt behandelt die Signale und ihre Anwendung, den Bau der Signalmittel und ihre Erhaltung. Der Vergleich der Signalordnungen der verschiedenen Staaten, die Behandlung der Vorsignalfrage und die Frage des Überfahrens der Haltsignale und die Stellungnahme des Verfassers hierzu darf hier hervorgehoben werden. Im 2. Abschnitt wird die Strecken- und Stationsblockung mit den Sperren, aber auch die Sicherung und Fernbedienung der Weichen und Signale, also die Stellwerke (mechanische und Kraftstellwerke) unter der Bezeichnung „Sicherungsanlagen" behandelt. U. E. wäre eine Trennung der Block- und der Stellwerksanlagen in sich begründeter gewesen.

Bei der Besprechung der Drahtzug- und Gestängeleitungen für Weichen wäre eine Hervorhebung der Vorzüge und Mängel beider Arten erwünscht. Auf S. 105 bei dem doppelten Weichenriegel (Kontrollriegel) ist als Voraussetzung wohl versehentlich das „spitz" Befahren fortgelassen. Auch Federweichen erhalten bei den Pr. Staatsbahnen Kontrollriegel. Bei Darstellung der alten Stellwerke der Firma Schnabel und Hennig, Bruchsal (jetzt Deutsche Eisenbahnsignalwerke) wäre ein Hinweis darauf am Platze, dafs das Werk jetzt diese Bauart verlassen hat und diejenige des Jüdelschen Stellwerks mit dem hinter dem Hebelwerk liegenden Verschlufsregister angenommen hat, wie dies auch bei dem Einheitsstellwerk der Pr. Staatseisenbahnen geschehen ist. Auch wäre ein wenigstens grundsätzliches Eingehen auf die Anordnung des letzteren nahe liegend gewesen. Die betriebliche Bedeutung des Fahrstrafsenhebels hervorzuheben wäre auf S. 134 wohl nicht unzweckmäfsig.

Schliefslich würden wir eine bessere Hervorhebung der einzelnen Nummern der Einteilung im Druck für erwünscht bezeichnen, ebenso wie die Beifügung eines Literaturverzeichnisses.

Wir empfehlen im übrigen auch diesen Teil des Wegebaues in vom Verfasser selbst gekennzeichneten Rahmen durchaus.

Wegele.

„Grofszahlforschung". Grundlagen und Anwendungen eines neuen Arbeitsverfahrens für die Industrieforschung mit zahlreichen praktischen Beispielen. Von Dr. Ing. Karl Daeves. (Quartformat, 29 Seiten mit 19 Zahlentafeln und 40 Abbildungen.) Preis Goldmark 2.50 (Ausland Dollar —.65). Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Schliefsfach 664.

Auf allen Arbeitsgebieten, vom Handwerk bis zur Grofsindustrie, in technischen und kaufmännischen Betrieben hat stets die Erfahrung sehr viel gegolten: sie war lange die alleinige Grundlage allen Fortschritts. Als in neuester Zeit auch rein wissenschaftliche Methoden in die Betriebe Eingang gewannen, kam es oft zu einem scharfen Gegensatz zwischen dem mit exakten Versuchen arbeitenden Wissenschaftler und dem alten Praktiker, der sich in langjähriger Erfahrung oft andere, mit den theoretischen Forderungen nicht immer übereinstimmende Ansichten und Arbeitsweisen für seinen Betrieb herausgebildet hatte. Und nur zu oft mufste der Wissenschaftler einsehen, dafs seine unter klaren und einfachen Verhältnissen gewonnenen Gesetze in der rauhen und verwickelten Wirklichkeit der Praxis nicht mehr stimmten, dafs die aus der Erfahrung hervorgegangenen Grundsätze der Praxis die richtigen waren.

Aber auch die Betriebserfahrung hatte ihre Nachteile. Sie war sehr leicht subjektiv gefärbt und meist auf nur etwas anders geartete Betriebe nicht übertragbar, weil sie sich nur gefühlsmäfsig, nicht in Zahlen ausdrücken liefs.

Dr. Ing. Karl Daeves, Düsseldorf, hat ein Verfahren, „Grofszahlforschung" genannt, vorgeschlagen, diese Gegensätze zwischen Praxis und Wissenschaft zu überbrücken und aus der Betriebserfahrung zahlenmäfsige Unterlagen zu gewinnen, die eine vorzügliche Kontrolle der Betriebe darstellten und ebenso sichere Schlüsse und Anhalte für die Fortentwicklung zuliefsen, wie sie bisher die reine Wissenschaft für ihre oft kostspieligen Versuche in Anspruch nahm. Der Verein deutscher Eisenhüttenleute hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, in Gemeinschaftsarbeit mit deutschen Hüttenwerken die Anwendbarkeit der Grofszahlforschung nachzuprüfen. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind in der oben genannten Broschüre veröffentlicht. Es zeigt sich da in der Tat, dafs die Grofszahlforschung in einer neuen Anwendung statistischer Verfahren gestattet, die in fast jedem Betrieb, ob technischer oder kaufmännischer Art, vorhandenen Daten und Unterlagen, die gewissermafsen die Erfahrung des Betriebes darstellen, so auszuwerten, dafs sie ohne kostspielige Versuche und Prüfeinrichtungen die günstige oder ungünstige Arbeitsweise, die Gleichmäfsigkeit der Lieferungen und Erzeugnisse, die zweckmäfsigsten Zusammensetzungen und Abmessungen genau erkennen lassen.

Die Broschüre enthält neben einer Zusammenfassung der bisher verstreut erschienenen Arbeiten über Grofszahlforschung auch in zahlreichen, der Praxis entnommenen Beispiele eine bequeme und ausführliche Anleitung des neuen Verfahrens.

Materialprüfung und Baustoffkunde für den Maschinenbau. Ein Lehrbuch und Leitfaden für Studierende und Praktiker von Prof. Dr. Ing. Willy Müller, Regierungbaurat a. D. Mit 315 Abb., München und Berlin 1924. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. Preis 12,50 M.

Der Verfasser meistert in glücklicher Vereinigung die alteingeführten Grundlagen der Werkstoffprüfung und Werkstoffkunde und ihre neuzeitliche Vertiefung, welche uns die Wissenschaft vom Kleingefüge und ihre klaren sinnfälligen Arbeitsverfahren geschenkt hat. Seine Sprache atmet die Vorstellungsweise des Praktikers.

Im einleitenden allgemeinen Abschnitt des Werkes werden die Anlagen der Versuchsanstalten und die Eingliederung des Werkstoffprüfwesens im Fabrikbetrieb behandelt. Seine beiden Hauptabschnitte sind der eigentlichen Prüftechnik (Prüfgerät und Prüfverfahren) und der Werkstoffkunde, den Eigenschaften der Metalle, gewidmet. Im ersten Teil findet der Leser alles Nötige, was Studierender und Ingenieur über die fachkundige Ermittlung der mechanischen und physikalischen Gütewerte der Werkstoffe, als Festigkeitsuntersuchung, Härteprüfung, Zähigkeitsprüfung, technologische Prüfungen, elektrische und magnetische Untersuchungen, wissen muss. Die metallographischen Arbeiten finden gebührende Darstellung. Der zweite Teil macht uns vertraut mit den metallurgischen Vorgängen beim Schmelzen und der Erstarrung der Metalle mit ihrer primären und sekundären Kristallisation, mit dem Einflufs der chemischen Zusammensetzung. Eingehende Behandlung erfahren die einfachen und legierten Stähle, das Gufseisen, die Nichteisenmetalle Kupfer, Aluminium und ihre Legierungen, Zink, Blei, Zinn. Besonders wertvoll sind die folgenden Abschnitte, welche die Eigenschaften der Metalle in Wärme und Kälte, die Kaltformgebung und die Warmformgebung einschliefslich der Wärmebehandlung, Härten und Vergüten behandeln. Das Schlufskapitel ist den Korrosionserscheinungen, ihrer Entstehung und Verhütung gewidmet.

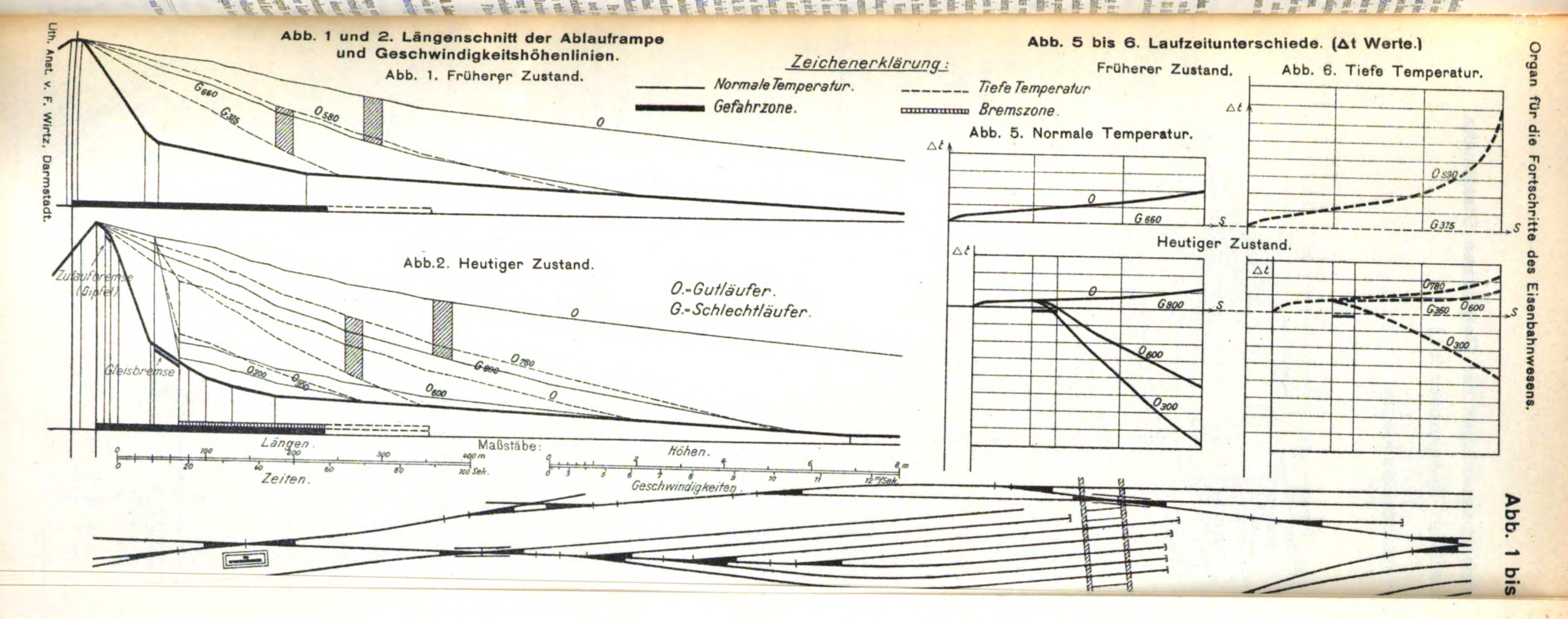
Das Werk verdient Beachtung und wird sich sicherlich in den Kreisen, an die es gerichtet ist, Freunde erwerben. Für spätere Auflagen möchte das Buch einem neueren Bedürfnis noch gerecht werden, die Arbeiten des Normenausschusses für Werkstoffprüfung vielleicht als Anhang mit aufzunehmen. Zu begrüfsen würde ferner sein die Behandlung der Kugelfallprüfung nach Wüst-Bardenheuer im Abschnitt über Härteprüfung und eine Erweiterung des allzu knappgehaltenen Abschnitts über Lagermetalle mit Berücksichtigung der neu eingeführten bleigehärteten Legierungen.

Füchsel.

Zur Erinnerung an die Fertigstellung der 20000. Lokomotive hat die Firma Henschel und Sohn in Cassel ein sehr handliches, vornehm ausgestattetes Taschenbuch für Lokomotivingenieure herausgegeben.

Nach einer kurzen Beschreibung der Fabrikanlagen werden in übersichtlicher Weise die für den Lokomotivbau und -betrieb geltenden allgemeinen Bestimmungen und Normalien gebracht, denen sich für den Lokomotiventwurf gebräuchliche Formeln und Rechnungsgrundlagen einreihen. Eine Zusammenstellung ausgeführter Lokomotiven vermittelt durch Angabe der Hauptabmessungen Begriffe von den verschiedenen Bauarten. Angaben über Berechnung und Konstruktion von Einzelbauteilen und verschiedene Hilfstafeln vervollständigen das Taschenbuch, das als eine recht wohlgelungene Festgabe bezeichnet werden kann.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

1924

HEFT 16
30. NOVEMBER

ORGAN
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN
Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang | **30. November 1924** | **Heft 16**

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat ein

Preisausschreiben

zur Erlangung eines Spannungs- und eines Schwingungsmessers für die Bestimmung der dynamischen Beanspruchung unserer Brücken erlassen.

Die näheren Bestimmungen sind auf Seite 368 dieses Heftes erlassen.

Der Fahrdiagraph.

Von Regierungsbaurat Dr. Ing. **Knorr**, München.

Hierzu Tafeln 35 und 36.

Zweck und Anwendungsgebiet des Gerätes.

Der Fahrdiagraph stellt einen neuartigen Integraphen dar, mit dem erstmals allgemeinere Differentialgleichungen integriert und zahlreiche wichtige Aufgaben rasch und genau auf mechanischem Wege gelöst werden können*). Sein Anwendungsgebiet läfst sich durch die nachstehende sehr allgemeine Differentialgleichung zweiter Ordnung, die kurz als Hauptgleichung bezeichnet sei, mathematisch umschreiben:

$$1) \;.\,.\; a\frac{d^2y}{dx^2} = a\frac{dy'}{dx} = u + v + w = f_1(y') + f_2(y) + f_3(x).$$

Hierin bedeuten x und y die beiden Veränderlichen, $y' = \frac{dy}{dx}$ ihre erste Ableitung und a eine Konstante. $u = f_1(y')$, ferner $v = f_2(y)$ und $w = f_3(x)$ sind Funktionen, die in Form von Diagrammen bzw. als Linien u/y' (lies u über y'), v/y und w/x gegeben sein sollen. Das Gerät integriert die vorstehende Differentialgleichung für beliebige Anfangsbedingungen durch gleichzeitige Aufzeichnung der ersten und zweiten Integrallinie y'/x und y/x.

Nachdem unter anderem die mechanische Grundgleichung (Kraft = Masse mal Beschleunigung) in der Hauptgleichung 1) enthalten ist, lassen sich mit dem Fahrdiagraphen die verschiedensten Bewegungsvorgänge, wie z. B. Zugsbewegungen oder das dynamische Verhalten von Kraft- und Arbeitsmaschinen, ferner mechanische und elektrische Schwingungen usw. untersuchen. Er eignet sich weiterhin z. B. zur Aufzeichnung des Temperaturverlaufes an elektrischen Maschinen, wie Bahnmotoren usw. Bei weiterer Ausgestaltung des Fahrdiagraphen können auch Differentialgleichungen beliebig höherer als zweiter Ordnung integriert und damit zahlreiche andere Aufgaben auf mechanischem Wege behandelt werden. In dem neuen Gerät steht ein an Vielseitigkeit und Genauigkeit unerreichter Integraph zur Verfügung, mit dem die gestellten Aufgaben wesentlich rascher als auf anderem Wege gelöst werden können.

Wirkungsweise des Fahrdiagraphen.

Einen wesentlichen Bestandteil des neuen Integraphen bildet die »Schraube mit veränderlicher Steigung« in der in Textabb. 1 schematisch dargestellten Ausführungsmöglichkeit. Zwei Stützen a und b, die auf der Grundplatte c befestigt sind, tragen eine durch die Welle w_4 anzutreibende Welle w. Auf dieser ist die Trommel T angeordnet, die mit dem Mitnehmer m in eine Längsnut der Welle w eingreift. Die Trommel dreht sich daher zwangläufig mit ihrer Welle, kann sich aber aufserdem noch in achsialer Richtung auf ihr verschieben. Diese Verschiebung wird durch die Reibrolle R bewirkt, die durch die Steuerstange S um die lotrechte Achse d geschwenkt werden kann. Als Mafs dieser Schwenkung dient der Winkel α (Anstellwinkel), den die Rollenebene und die Normalebene zur Welle w miteinander einschliefsen. Wird die Trommel T über die Welle w in Drehung versetzt, so suchen sich T und R aufeinander abzuwälzen. Die Trommel T erfährt infolgedessen für alle von null verschiedenen Winkel α aufser der reinen Drehbewegung gleichzeitig eine achsiale Verschiebung, so dafs jeder Punkt ihres Umfanges eine Schraubenlinie beschreibt,

Abb. 1.

deren Steigungswinkel jeweils gleich dem eingestellten Winkel α ist. Der beliebige Punkt P der Trommel gelangt daher nach einiger Zeit an die Stelle P'' im Raume und hat dabei die Gesamtverschiebung PP' und die Gesamtverdrehung P'P'' erfahren. Umgekehrt hinterläfst ein an die Trommel angelegter Schreibstift eine Spur, die in P'' beginnend nach P fortschreitet. Durch Änderung von α kann man hiernach auf der Trommel T Linien ganz beliebigen Verlaufes aufzeichnen.

Am Fahrdiagraphen sind, da gleichzeitig zwei Integrallinien mit ihm aufgezeichnet werden sollen, zwei solcher Schrauben mit veränderlicher Steigung T_1 und T_2 vorhanden (Textabb. 2), deren jede mit einer Ebene E_1 bzw. E_2 gekuppelt ist, auf die die gegebenen Diagramme u/y' und v/y aufgelegt werden, während das gegebene dritte Diagramm w/x auf die

*) Der Fahrdiagraph ist durch die deutschen Reichspatente Nr. 286519 und 340239 patentiert und wird durch die Fabrik für Feinmechanik der Gebr. Stärzl in München 2 SO hergestellt.

Auf die ausführlichen Beschreibungen in der Zeitschrift Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen (Verlag R. Oldenbourg in München) 1920, Heft 7 und 8, ferner 1921, Heft 23 und 24, sowie auf die Dissertation des Verfassers, die durch die vorgenannte Firma erhältlich ist, wird Bezug genommen.

zwischen T_1 und T_2 liegende Diagrammtrommel T_3 aufgespannt wird. Über den drei Diagrammen können an festen Laufbahnen die drei von Hand bedienten Fahrschieber F_1, F_2 und F_3 gleiten, deren Ausschläge — mit Hilfe eines Seilzuges algebraisch addiert — auf den Steuerschieber St_1 zur Steuerung der Rolle R_1 übertragen werden.

Vor Beginn der Aufnahme sind die gegebenen Diagramme und die verstellbaren Teile des Gerätes in die aus Abb. 2a ersichtliche Nullage zu bringen. Hierauf ist den gestellten Anfangsbedingungen am Geräte Rechnung zu tragen. Bei der der Abb. 2 zugrunde gelegten Aufgabe ist angenommen, dafs für $x = o$: $y' = y_o' = \overline{O_3 M}$ und $y = y_o = \overline{O_3 N}$ ist. Man verschiebt daher aus der Nullage heraus Sch_1 von O_3 nach Punkt M und Sch_2 von O_3 nach Punkt N. Nun erst beginnt man mit der eigentlichen Aufnahme indem man das Gerät über die Welle w_4 antreibt. Hierdurch verschieben sich die »Schrauben« T_1 und T_2, wobei sie die Ebenen E_1 und E_2 mitnehmen, während sich die Trommel T_3 verdreht.

Abb. 2a.

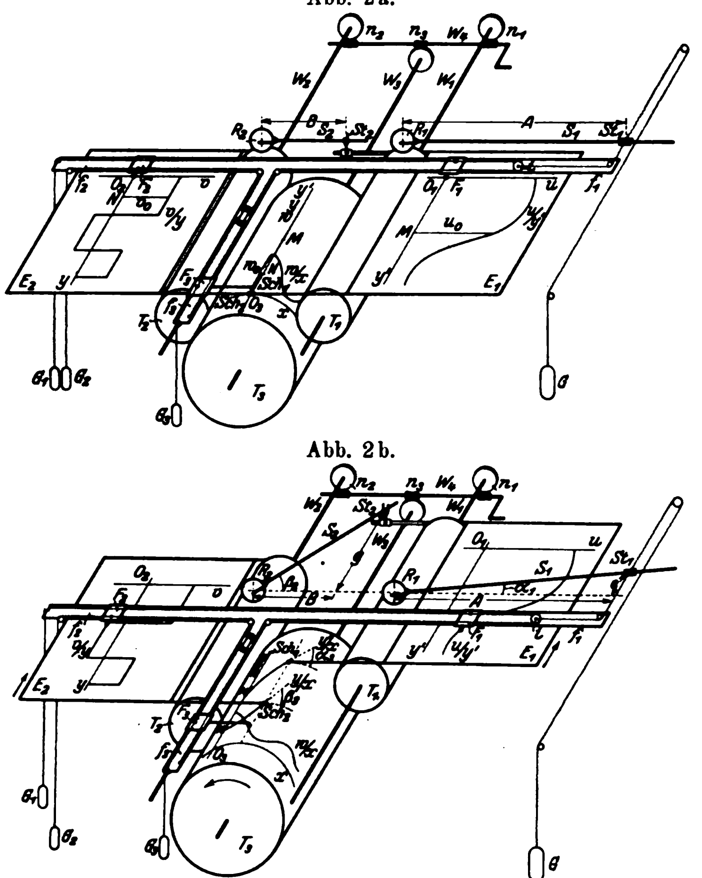


Abb. 2b.

Damit die gesuchten Linien als Spuren von Sch_1 und Sch_2 zustande kommen, sind die drei Fahrschieber F_1, F_2 und F_3 so zu führen (Fahrschieberregel), dafs sie trotz der Verschiebungen der Diagramme ständig auf deren Linien zeigen (Abb. 2b). Hierdurch wird Rolle R_1 so verstellt, dafs $tg\,\alpha_1$ und infolgedessen auch $tg\,\alpha_3$ jeweils proportional der algebraischen Summe der Fahrschieberausschläge also proportional $u + v + w$ und demnach gemäfs Beziehung 1) proportional $\frac{dy'}{dx}$ ist. Bei einer Verdrehung der Diagrammtrommel T_3 um dx verschiebt sich demnach Sch_1 um dy'. Die Gesamtverdrehung von T_3 seit Beginn der Aufnahme entspricht daher dem augenblicklichen Wert von x und die Gesamtverschiebung von Sch_1 dem augenblicklichen Wert von y'. Die von Sch_1 auf T_3 hinterlassene Spur ist demnach die gesuchte erste Integrallinie y' x.

Die Rolle R_2 andererseits wird durch die Ebene E_1 so gesteuert, dafs $tg\,\beta_2$ und damit $tg\,\beta_3$ jeweils proportional y' und demnach gemäfs Beziehung 1) proportional $\frac{dy}{dx}$ ist. Bei einer Verdrehung der Diagrammtrommel T_3 um dx, verschiebt sich demnach Sch_2 um dy. Die Gesamtverschiebung von Sch_2 entspricht daher dem augenblicklichen Wert von y, d. h. die von Sch_2 auf T_3 aufgezeichnete Linie ist die gesuchte zweite Integrallinie y/x.

Die ganze Tätigkeit während der Aufnahme besteht demnach darin, dafs man mit Fahrschiebern den gegebenen Linien nachfährt. Auch verwickelte Aufgaben lassen sich daher rasch und mühelos mit dem Gerät lösen.

Bei der mafsstäblichen Behandlung der Aufgaben mit dem Fahrdiagraphen sind lediglich folgende Beziehungen zu beachten. Für den in der Zeichnung erscheinenden Fortschreitungswinkel α_3 der Linie y'/x ergibt sich mit Beziehung 1):

$$2) \ldots tg\,\alpha_3 = \frac{dy'\mu_y'}{dx\,\mu_x} = \frac{(u+v+w)\mu_u}{a\,\mu_a} = \frac{\overline{dy'}}{\overline{dx}} = \frac{\overline{(u+v+w)}}{p_1},$$

wobei für u, v und w einheitlich der Mafsstabsfaktor μ_u gilt*). Als Beziehung für die Mafsstäbe ergibt sich hieraus:

$$3) \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{\mu_y'}{\mu_x} = \frac{\mu_u}{\mu_a}.$$

Für die Polentfernung p_1 erhält man:

$$4) \ldots\ldots\ldots\ldots p_1 = a\,\mu_a\,(\text{mm}).$$

Für den in der Zeichnung erscheinenden Fortschreitungswinkel β_3 der Linie y/x ergibt sich aus der Hauptgleichung 1):

$$5) \ldots\ldots tg\,\beta_3 = \frac{dy\,\mu_y}{dx\,\mu_x} = \frac{y'\mu_y'}{p_2} = \frac{\overline{dy}}{\overline{dx}} = \frac{\overline{y'}}{p_2}.$$

Für die Mafsstabsfaktoren und die Polentfernung p_2 folgt hieraus:

$$6) \ldots\ldots\ldots\ldots p_2 = \frac{\mu_x\,\mu_y'}{\mu_y}\,(\text{mm}).$$

Den gewählten Mafsstäben wird bei der Aufnahme mit dem Gerät durch die Einstellungen A und B (Textabb. 2), die den Polentfernungen p_1 und p_2 entsprechen, Rechnung getragen. Hierfür gelten die Beziehungen:

7) . . . . $A = C_1 \times \text{Const.} \times p_1$ (mm) und

8) . . . . $B = C_2 \times \text{Const.} \times p_2$ (mm),

worin die beiden Const. sich aus den Abmessungen des Gerätes ergeben, während C_1 und C_2 Korrektionsfaktoren bedeuten, die praktisch gleich 1 sind.

Textabb. 3 zeigt eine Ausführung des Fahrdiagraphen.

Praktische Beispiele.

Zwei Beispiele aus den Bahnbetrieben, nämlich die Untersuchung von Zugsbewegungen (Fahrdiagramme) und die Untersuchung des Erwärmungsvorganges von Bahnmotoren sollen die praktische Anwendung des Gerätes im einzelnen näher zeigen.

1. Die Aufzeichnung von Fahrdiagrammen.

Dem nachstehenden Beispiel ist ein elektrisch angetriebener Zug zugrunde gelegt. Die Ausführungen gelten indessen sinngemäfs für jede andere Antriebsart.

Bezeichnungen: m (kgm $^{-1}$ sec^2), die Masse je Tonne Zugsgewicht samt dem der Lokomotive, einschliefslich der durch die umlaufenden Massen bewirkten scheinbaren Vergröfserung.

Die nachfolgenden Kräfte und Widerstände sind sämtlich auf den Triebradumfang bezogen und gelten je Tonne Zuggewicht:

W_o (kg), der Fahrwiderstand des Zuges samt Lokomotive auf gerader, ebener Strecke,

W (kg), der zusätzliche Widerstand des Zuges samt Lokomotive infolge Steigungen und Krümmungen,

*) μ_x, μ_y usw. sind die Mafsstabsfaktoren, mit denen man die Gröfsen x, y usw. multiplizieren mufs, um sie als Strecken auszudrücken. Ihre Dimension ist im vorliegenden Fall: mm.

P_0 (kg), die beschleunigende Kraft auf gerader, ebener Strecke, wobei W_0 bereits berücksichtigt ist,
$P = P_0 - W$ (kg), die beschleunigende Kraft bei Fahrt mit Triebkraft (eingeschaltetem Triebmotor),
$P = -W_0 - W$ (kg), desgleichen bei Fahrt ohne Triebkraft,
B (kg), die Bremskraft,
b ($m\,sec^{-2}$), die Beschleunigung,
t (sec) bzw. T (min), die Zeit,
s (m) bzw. S (km) der Weg,
v ($m\,sec^{-1}$) bzw. V (km/Std.), die Fahrgeschwindigkeit,
μ die Maſsstabsfaktoren und zwar:
$\mu_m \left(\frac{mm}{kg\,m^{-1}\,sec^2}\right)$ für die Masse,
$\mu_P \left(\frac{mm}{kg}\right)$ für die Kräfte und Widerstände,
$\mu_t \left(\frac{mm}{sec}\right)$ für die Zeit, wenn sie in Sekunden gemessen wird,
$\mu_T \left(\frac{mm}{min}\right)$ für die Zeit, wenn sie in Minuten gemessen wird, ($\mu_T = 60\,\mu_t$),
$\mu_s \left(\frac{mm}{m}\right)$ für den Weg, wenn er in Metern gemessen wird,
$\mu_S \left(\frac{mm}{km}\right)$ für den Weg, wenn er in Kilometer gemessen wird, ($\mu_S = 1000\,\mu_s$),
$\mu_v \left(\frac{mm}{m/sec}\right)$ für die Geschwindigkeit, wenn sie in $\frac{m}{sec}$ gemessen wird,
$\mu_V \left(\frac{mm}{km/Std.}\right)$ für die Geschwindigkeit, wenn sie in $\frac{km}{Std.}$ gemessen wird ($\mu_V = \frac{1}{3,6}\,\mu_v$).

Für den als Beispiel gewählten elektrisch angetriebenen Schnellzug sei noch folgendes gegeben bzw. bekannt:

Lokomotive: Schnellzugstype 1 A A A A 1 mit vier Motoren von je 440 kW Stundenleistung und 370k W Dauerleistung, Übersetzung 1 : 2,63, Triebraddurchmesser 1,64 m.

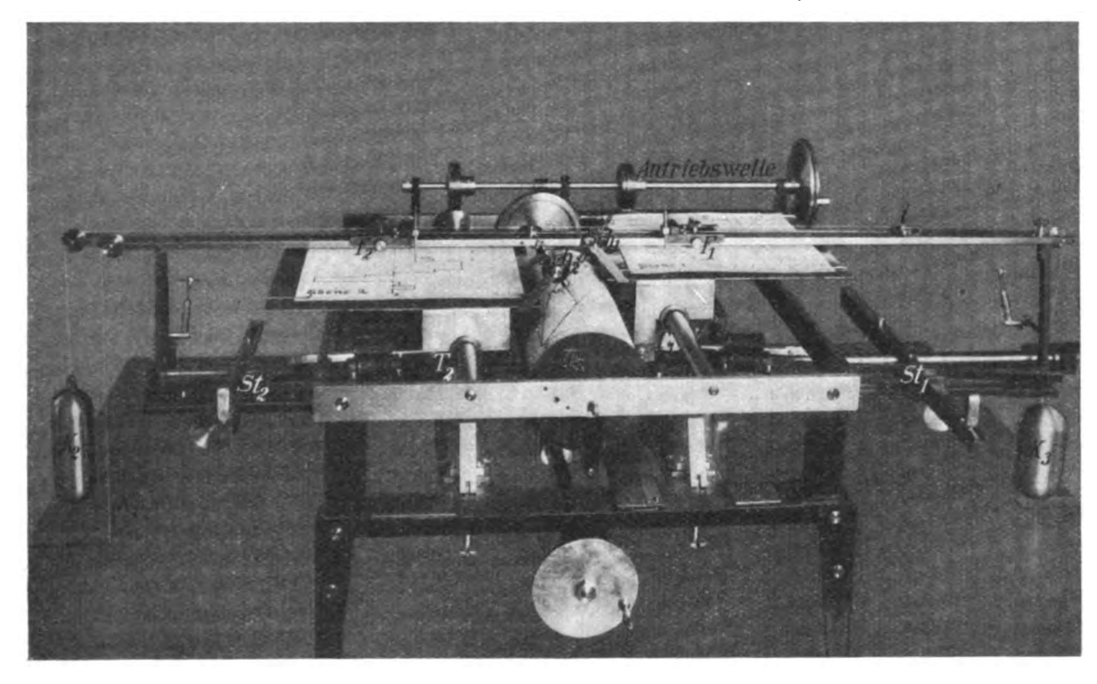
Lokomotivgewicht 100 t, Wagenzuggewicht 45 t, Gesamtgewicht 550 t.

Ferner sei gegeben:
der Verlauf der beschleunigenden Kraft auf gerader, wagrechter Strecke gleichfalls in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, Linie P_0/v (Abb. 1 a auf Taf. 35),
der Verlauf des Fahrwiderstandes auf gerader, wagrechter Strecke, gleichfalls in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, W_0/v (Abb. 1 a auf Taf. 35) und
der Verlauf der Streckenwiderstände und Krümmungen in Abhängigkeit vom Weg, Linie W/s (Abb. 1 b auf Taf. 35).
Schlieſslich seien noch die besonderen Fahrtvorschriften, bezüglich der Haltepunkte, Höchstgeschwindigkeit, Bremsverzögerung usw. bekannt.

Gesucht wird der Verlauf der Geschwindigkeit (v/t-Linie) und des Weges (s/t-Linie) in Abhängigkeit von der Zeit.

Allgemeines: Bei Fahrt mit Kraft (eingeschaltetem Triebmotor) wirken auf den Zug zwei Kräfte ein, nämlich die beschleunigende Kraft P_0, die lediglich eine Funktion der Geschwindigkeit ist: $P_0 = f_1(v)$ und die verzögernde Kraft (Widerstand) W, die lediglich eine Funktion des Weges ist: $W = f_2(s)$. Für den Bewegungsvorgang ist die mechanische Grundgleichung: Masse $\times$ Beschleunigung = resultierende Kraft, maſsgebend. Man erhält damit im vorliegenden Fall als Differentialgleichung für den Bewegungsvorgang:

Abb. 3. Der Fahrdiagraph.



$$9) \quad \ldots \quad m\frac{d^2s}{dt^2} = m\frac{dv}{dt} = P_0 - W = f_1(v) - f_2(s).$$

Bei Fahrt ohne Triebkraft tritt an die Stelle von P_0 der Fahrwiderstand W_0. Bei Fahrt mit Bremsung vergröſsert sich W um B.

Die Aufzeichnung der gesuchten Linien v/t und s/t im Fahrdiagramm läuft demnach auf die Integration einer linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung hinaus. Beachtet man, daſs sich die Gröſsen der Hauptgleichung 1) und der vorstehenden Differentialgleichung wie folgt entsprechen:

10)

Hauptgleichung 1)	x	y	$\frac{dy}{dx} = y'$	$u = f_1(y')$	$v = f_2(y)$	$w = f_3(x)$	a
Differentialgleichung 9)	t	s	$\frac{ds}{dt} = v$	P_0 bzw. $W_0 = f_1(v)$	$W = f_2(s)$	—	m

so erkennt man in der Differentialgleichung 9) eine vereinfachte Form der Hauptgleichung 1). Ihre mechanische Integration mit dem Fahrdiagraphen ist daher ohne weiteres möglich.

Vorbereitungen für die Aufnahme.

Infolge der Umbenennung der Gröfsen gemäfs Übersicht 10) ergeben sich auch für die Mafsstabsfaktoren und Polentfernungen anders lautende Beziehungen als früher. Statt 3) erhält man:

11). . . . . $\frac{\mu_v}{\mu_t} = \frac{\mu_P}{\mu_m}$.

Der Kräftemafsstab μ_P gilt dabei einheitlich für die Kräfte P_0, W_0 und W. Will man die Zeit statt in Sekunden in Minuten und die Geschwindigkeit statt in $\frac{m}{sec}$ in $\frac{km}{Std}$ messen, so treten an die Stelle der Mafsstabsfaktoren $\mu_t \left(\frac{mm}{sec}\right)$ und $\mu_v \left(\frac{mm}{m/sec}\right)$ die Mafsstabsfaktoren $\mu_T \left(\frac{mm}{min}\right) = 60\,\mu_t$ und $\mu_V \left(\frac{mm}{km/Std}\right) = \frac{1}{3,6}\,\mu_v$. Damit erhält man an Stelle von 11):

12) . . . . $\frac{3,6\,\mu_V}{\frac{1}{60}\mu_T} = \frac{\mu_P}{\mu_m}$.

Für die Polentfernung p_1 ergibt sich statt 4):

13). . . . . $p_1 = m\,\mu_m$ (mm).

Weiter erhält man für die Polentfernung p_2 statt 6):

14). . . . . $p_2 = \frac{\mu_t \cdot \mu_v}{\mu_s}$ (mm),

oder wenn statt mit sec, m und $\frac{m}{sec}$ mit min, km und $\frac{km}{Std}$ gerechnet wird:

15). . . . $p_2 = \frac{\frac{1}{60}\mu_T \cdot 3,6\,\mu_V}{\frac{1}{1000}\mu_S} = 60\frac{\mu_T\,\mu_V}{\mu_S}$ (mm).

Für die Strecken A und B ergeben sich gemäfs den Beziehungen 7) und 8) mit den Abmessungen des ausgeführten Gerätes folgende Bestimmungsgleichungen:

16) . . . . $A = C_1 \,.\, 5\,p_1 = 5\,p_1$ (mm),

17) . . . . . . $B = C_2 \,.\, 0,5\,p_2 = 0,5\,p_2$ (mm).

C_1 und C_2 können dabei gleich 1 gesetzt werden.

Man nehme nun in (12) drei der Mafsstabsfaktoren an, z. B.:

$\mu_V = 2\left(\frac{mm}{km/Std}\right)$, $\mu_T = 18\left(\frac{mm}{min}\right)$, $\mu_P = 5,5\left(\frac{mm}{kg}\right)$.

Damit errechnet sich aus 12): $\mu_m = 0,229\left(\frac{mm}{kg\,m^{-1}sec^2}\right)$.

Für die in die Rechnung einzuführende Zugsmasse m erhält man unter Berücksichtigung des Einflusses der umlaufenden Massen auf die Tonne Zugsgewicht bezogen: $m = \frac{1000}{9,81} \,.\, 1,15 = 117,4$ (kg $m^{-1}sec^2$). Für die Polentfernung p_1 ergibt sich demnach gemäfs 13):

18). . . . . . $p_1 = 117,4 \,.\, 0,229 = 26,9$ (mm)

und mit 16)

19). . . . . $A = 134,5$ (mm).

Nun wählt man noch in 15), nachdem μ_V und μ_T bereits festliegen: $\mu_S = 10\left(\frac{mm}{km}\right)$ und errechnet damit:

20) . . . . $p_2 = 216$ (mm)

und mit 17) schliefslich:

21) . . . . $B = 108$ (mm).

Hierauf zeichnet man mit den gewählten Mafsstäben die gegebenen Diagramme Abb. 1a und b auf Taf. 35 legt sie in der aus Abb. 2a auf Taf. 35 ersichtlichen Weise auf die beiden Diagrammebenen E_1 und E_2 des Gerätes auf und bringt es in die Nullstellung. Hierzu stellt man gemäfs den oben gegebenen allgemeinen Anweisungen Sch_1 und Sch_2 gemeinsam auf den Ursprung O_3 des aufzunehmenden Fahrdiagrammes und F_1 und F_2 auf die Ursprünge O_1 und O_2 der gegebenen Diagramme ein. Die Schieber F_1 und F_2 sind durch je ein Seil mit den Schreibstiften Sch_1' und Sch_2' gekuppelt, die gleichfalls auf O_3 eingestellt werden. Mit dem Schieber F_3 soll die Bremsung des Zuges berücksichtigt werden. An diesem Schieber ist hierzu eine Rolle angebracht, um die das von F_2 kommende und nach i weiterlaufende Seil geführt ist. In der Nullstellung steht der Schieber F_3 auf der Marke null des auf seiner Laufbahn angebrachten Mafsstabs. Die beiden Steuerstangen S_1 und S_2 werden so eingestellt, dafs $\alpha_1 = o$ und $\beta_2 = o$ ist. Den Strecken A und B gibt man die Werte aus 19) und 21). Die Schieber F_1 und F_2, sowie St_1 und St_2 werden nun in der vorbeschriebenen Lage an ihren Seilen angeklemmt.

Aufnahme: Nachdem im vorliegenden Fall die Ausgangsstellung mit der »Nullstellung« zusammenfällt, da für $T = o$ auch V und $S = o$ sind, so kann hier gleich aus der Nullstellung heraus mit der eigentlichen Aufnahme begonnen werden. Man treibt hierzu das Gerät an und führt die beiden Fahrschieber F_1 und F_2 gemäfs der Fahrschieberregel auf den ihnen zugeordneten, gegebenen Linien. Hierbei ist noch folgendes zu beachten. Solange der Zug mit Kraft (eingeschaltetem Triebmotor) fährt, ist F_1 ständig auf der Linie P_o/V zu halten (Abb. 2b auf Taf. 35). Sobald indessen der Zug ohne Kraft (mit ausgeschaltetem Triebmotor) fährt, ist F_1 sofort auf die Linie W_o/V umzustellen und auf dieser weiterzuführen (Abb. 2c auf Taf. 35). Die Bremsung kann auf dreierlei Weise dargestellt werden:

1. Bremsung mit F_3 nach der in Abb. 2c auf Taf. 35 dargestellten Anordnung: Hierbei hat man zu berücksichtigen, dafs der Schieber F_3 bei der gewählten Seilführung auf die Rolle i doppelt so stark einwirkt als die beiden anderen Schieber F_1 und F_2. Soll mit einer konstanten zusätzlichen Bremskraft gefahren werden, so berechnet man sich den Streckenwert dieser Kraft: $\overline{B} = B\,\mu_P$ und verschiebt F_3 um den halben Wert desselben. (Vergl. Abb. 2c auf Taf. 35). Die Verwendung eines eigenen Bremsschiebers F_3 hat den Vorteil, dafs man bezüglich der Bewegung der beiden anderen Fahrschieber F_1 und F_2 völlig unbehindert ist.

2. Die Bremsung mit F_2: Diese Möglichkeit eignet sich besonders für die Fälle, bei denen ungeachtet der während der Bremsung auftretenden Streckenwiderstände eine bestimmte Bremsverzögerung b eingehalten werden soll. Die jeweils erforderliche Bremskraft ergibt sich aus der gesamten verzögernden Kraft mb abzüglich des Fahrwiderstandes W_o und des Streckenwiderstandes W, also: $B = mb - W_o - W$. Bei der Aufnahme wird daher F_2 im Fall der Bremsung nicht mehr auf der Linie W/S geführt, sondern auf die konstante Auslenkung $(mb - W_o)\,\mu_P$ eingestellt. Auf die Streckenwiderstände braucht dabei, solange sie kleiner als diese Kraft sind, nicht Rücksicht genommen zu werden.

3. Schliefslich könnte man für die Bremsung auch den Schieber F_1 benützen, indem man ihn um ein der zusätzlichen Bremskraft entsprechendes Mafs aus seiner Nullage auslenkt.

Zu den schematischen Darstellungen der Abb. 2 auf Taf. 35 ist noch kurz folgendes zu bemerken: In dem in Abb. 2b auf Taf. 35 dargestellten Augenblick befährt der Zug eben eine kleine Steigung. Der Triebmotor ist eingeschaltet. F_1 ist daher auf die Linie P_o/V eingestellt. F_2 wird auf der Linie W/S geführt. Die Auslenkung von F_3 ist null, da die Bremskraft null ist. Bei Abb. 2c auf Taf. 35 ist angenommen, dafs der Zug ohne Kraft (Triebmotor ausgeschaltet) durch ein Gefälle fährt und gebremst wird. F_1 ist daher auf die Linie W_o/V eingestellt, F_2 wird nach wie vor auf der Linie W/S geführt. Die Auslenkung von F_3 entspricht dem halben Streckenwert der gewählten Bremskraft B.

Soll der Zug unter Einhaltung einer bestimmten Bremsverzögerung an einer vorgeschriebenen Stelle zum Stillstand ($V = o$) kommen, so nimmt man diesen Teil des Fahrdiagrammes

zweckmäfsig von rückwärts auf (wenn man die Aufgabe nicht durch Probieren lösen will) und setzt ihn mit dem Hauptteil des Fahrdiagrammes in bekannter Weise zusammen.

Ergebnis: Abb. 1c auf Taf. 35 zeigt ein mit dem Fahrdiagraphen aufgenommenes Fahrdiagramm für den gewählten Schnellzug und zwar für die Strecke Lindau—Oberstaufen (—München)*).

Das Gerät zeichnet in Abhängigkeit von der Fahrzeit gleichzeitig vier Linien auf, nämlich:

den Verlauf der Geschwindigkeit V durch Sch_1,
den Verlauf des Weges S durch Sch_2,
den Verlauf der beschleunigenden Kraft P_0 durch Sch_1' und
den Verlauf der Streckenwiderstände W durch Sch_2'.

Die Differenz der Ordinaten der letzten beiden Linien liefert die jeweilige resultierende beschleunigende Kraft $P_0 - W$. (Siehe die schraffierten Flächen in Abb. 2b und c auf Taf. 35). Zeichnet man nachträglich noch die W_0/T-Linie unterhalb der Abszissenachse ein, so kann man zwischen der $P_0\,T$ und der W_0/T sofort die jeweilige Zugkraft abgreifen.

Mit diesem Vier-Linien-Diagramm lassen sich alle wesentlichen Fragen über die Zugsbewegung beantworten. Das Diagramm gibt Aufschlufs, welche Zeit der Zug zum Befahren der ganzen Strecke oder bestimmter Teilabschnitte benötigt, mit welcher Geschwindigkeit er den oder jenen Streckenabschnitt durchfährt, welche Höchstgeschwindigkeit auftritt und an welcher Stelle sie erreicht wird, welche beschleunigende Kraft da und dort zur Verfügung steht, wo mit und wo ohne Triebkraft gefahren wird usw. Es ist ein leichtes, das Diagramm mit Hilfe der vom Gerät aufgezeichneten Linien noch durch den Verlauf der Leistung, des Stromes und des $\cos\varphi$ usw. zu ergänzen. Die Genauigkeit des aufgenommenen Diagrammes ist sehr zufriedenstellend.

Zur Verwendung des Gerätes für die Aufnahme von Fahrdiagrammen ist abschliefsend kurz noch folgendes zu bemerken: In ähnlicher Weise wie für elektrisch angetriebene Züge können mit dem Gerät auch Fahrdiagramme für Dampfzüge usw. aufgezeichnet werden. Man braucht hierzu auf die Ebenen E_1 und E_2 nur andere Diagramme aufzulegen.

Die Aufnahme der Fahrdiagramme mit dem Gerät bedeutet gegenüber der rein zeichnerischen Behandlung eine erhebliche Ersparnis an Zeit und Arbeit. Da das Gerät leicht zu handhaben ist, kann man für seine Bedienung billiges Personal verwenden. Der Fahrdiagraph vermittelt sehr gut das für die Behandlung der vorliegenden Aufgaben und insbesondere für die wirkliche Führung der Züge notwendige »mechanische Gefühl«. Er erweist sich demnach nicht nur für das Studium und die Projektierung von Bahnen als wertvolles Hilfsmittel, sondern kann auch bei der Schulung des Führerpersonals sehr gute Dienste leisten.

2. Die Ermittelung des Temperaturverlaufs an Bahnmotoren.

Die Ausführungen gelten sinngemäfs für alle elektrischen Motoren, Maschinen und Apparate.

Bezeichnungen:

K $\left(\frac{\text{Watt sec}}{{}^0\text{Cels}} = \frac{\text{Joule}}{{}^0\text{Cels}}\right)$, die Wärmekapazität des Motors,

W_z (Watt), die im Motor sekundlich in Wärme umgesetzten Verluste,

W_a (Watt), die an die Umgebung in Form von Wärme sekundlich abgeführte Arbeit,

τ (^{0}Cels), die jeweilige Übertemperatur über die Umgebung,

τ_a (^{0}Cels), die Anfangsübertemperatur,

τ_e (^{0}Cels), die Endübertemperatur bei Beharrung,

t (sec) bzw. T (min), die Zeit,

T_l und T_s (sec) bzw. T_L und T_S (min), die Zeitkonstanten des Motors für Lauf und Stillstand,

r (Ω), der für die Erwärmung in Rechnung zu stellende Ersatzwiderstand des Motors,

J (Amp), der für die Erwärmung in Betracht kommende Strom; $J^2 \times r = W_z$,

i (Amp), ein gedachter Strom, der ein Mafs für die Wärmeabfuhr gibt; $i^2 \times r = W_a$,

c $\left(\frac{\text{Watt}}{{}^0\text{Cels cm}^2}\right)$, der Kühlfaktor, d. i. die von 1 qcm Abkühlungsfläche bei 1 ^{0}Cels Übertemperatur in Form von Wärme an die Umgebung abgegebene sekundliche Arbeit,

O (cm²), die wirksame Abkühlungsfläche,

μ, die Mafsstabsfaktoren.

Allgemeines: Die physikalische Betrachtung des Erwärmungsvorganges zeigt, dafs in jedem Zeitabschnitt die in Wärme übergehende Verlustarbeit abzüglich der in Form von Wärme an die Umgebung abgehenden Arbeit gleich der Änderung der im Motor in Form von Wärme aufgespeicherten Arbeit sein mufs, oder:

22) $$(W_z - W_a)\,dt = K\,d\tau.$$

Hieraus folgt für den Fall des Laufes:

23) $$\frac{d\tau}{dt} = \frac{W_z - W_a}{K} = \frac{J^2r - i^2r}{K} = \frac{J^2 - i^2}{\frac{K}{r}} = \frac{\tau_e - \tau}{T_l}.$$

Zur Begründung diene kurz folgendes: die bei der Übertemperatur τ in Form von Wärme an die Umgebung abfliefsende Leistung ist:

24) $$\tau\,c\,O = W_a = i^2r.$$

Die dem Motor bei der Belastung mit dem Strome J in Form von Wärme sekundlich zugeführte Verlustarbeit ist:

25) $$W_z = J^2r.$$

Die Endübertemperatur τ_e für diesen Strom tritt ein, wenn $W_a = W_z = \tau_e\,c\,O = J^2r$ wird. Daraus folgt, dafs jedem Strom J eine Endübertemperatur τ_e entspricht, nach dem Gesetz:

26) $$J^2 = \frac{c\,O}{r}\,\tau_e = b\tau_e, \text{ wobei}$$

27) $$b = \frac{c\,O}{r}\left(\frac{\text{Amp}^2}{{}^0\text{Cels}}\right) \text{ ist.}$$

In Verbindung mit 24) und 25) ergibt sich:

$$J^2 - i^2 = \frac{c\,O}{r}\,(\tau_e - \tau) \text{ und}$$

28) $$\frac{J^2 - i^2}{\frac{K}{r}} = \frac{\tau_e - \tau}{\frac{K}{c\,O}} = \frac{\tau_e - \tau}{T_l},$$

wobei $T_l = \frac{K}{c\,O}$ die Zeitkonstante für Lauf bedeutet. Da der in dieser Formel vorkommende Kühlfaktor c von der Drehzahl bzw. Belüftung des Motors abhängt, entspricht streng genommen jeder Drehzahl ein anderes T_l. Ähnlich steht es mit der Konstanten b. Für die Zwecke der Praxis genügt es aber zunächst, mit einem Mittelwert der Zeitkonstanten für Lauf (T_l) und einem Wert für Stillstand (T_s), sowie mit einem festen Wert von b zu rechnen. Das hindert nicht, wo es notwendig erscheint, genauer zu arbeiten. Das für den Fahrdiagraphen entwickelte neuartige Verfahren*), das auch für die rein graphische Untersuchung von Erwärmungsvorgängen mit Vorteil verwendet werden kann, ist hierzu ohne weiteres geeignet.

Die Werte von T und b bestimmt man aus Versuchen, wobei man zweckmäfsig von der aus 23) ableitbaren Beziehung:

29) $$dt = T_l\,\frac{b}{J^2 - b\tau}\,d\tau$$

*Das Diagramm ist beim Reichsverkehrsministerium, Zweigstelle Bayern, aufgenommen worden, das für die umfangreichen Untersuchungen von Zugsbewegungen bei den Arbeiten für die Einführung der elektrischen Zugförderung im bayerischen Abschnitt der Reichsbahn einen Fahrdiagraphen zur Aufzeichnung der Fahrdiagramme und Erwärmungslinien verwendet.

*) Siehe Elektrotechnische Zeitschrift 1922, S. 1032.

ausgeht, die durch Integration bei konstantem J übergeht in:

30) . . . . $t = 2{,}3\, T_l \log \frac{J^2 - b\tau_a}{J^2 - b\tau}$,

wobei τ_a die Übertemperatur zu Beginn des Versuches darstellt. Man bestimmt aus mehreren Versuchen zusammengehörige Werte von t und τ und errechnet aus 30) durch Probieren die Gröfsen T_l und b.

Der Strom J ist unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen nur von der Belastung des Motors abhängig und demnach eine Funktion der Zeit: $J^2 = f_3(t)$. Der gedachte Strom i hingegen ist gemäfs 24) lediglich eine Funktion von τ, also: $i^2 = f_1(\tau)$. Aus 23) ergibt sich in Verbindung mit 26) als Differentialgleichung des Erwärmungsvorganges:

31) . . . $b\, T_l \frac{d\tau}{dt} = J^2 - i^2 = f_3(t) - f_1(\tau) = \operatorname{tg} \alpha$,

wobei α den Fortschreitungswinkel der Erwärmungslinie darstellt. Beachtet man, dafs sich die Gröfsen der Hauptgleichung 1) und der vorstehenden Differentialgleichung wie folgt entsprechen:

32)

	x	y	$\frac{dy}{dx} = y'$	$u = f_1(v')$	$v = f_2(y)$	$w = f_3(x)$	a
Hauptgleichung 1)	x	y	$\frac{dy}{dx} = y'$	$u = f_1(v')$	$v = f_2(y)$	$w = f_3(x)$	a
Differentialgleichung 31)	t	—	τ	$i^2 = f_1(\tau)$	—	$J^2 = f_3(t)$	bT

so erkennt man in der Differentialgleichung 31) eine vereinfachte Form der Hauptgleichung 1). Die Differentialgleichung des Erwärmungsvorganges ist daher mit dem Fahrdiagraphen ohne weiteres integrierbar.

Mit den hier geltenden Bezeichnungen ergeben sich für die Mafsstabsfaktoren und die Polentfernung folgende Beziehungen:

Statt 3) erhält man:

33) . . . . $\frac{\mu_\tau}{\mu_t} = \frac{\mu_{i2}}{\mu_p}$.

Hierbei ist μ_{i2} gleichzeitig der Mafsstabsfaktor von i^2 und J^2 und μ_p der Mafsstabsfaktor des Produktes bT_l.

Für die Polentfernung p_l ergibt sich statt 4) hier:

34) . . . . $p_l = b\, T_l \mu_p$ (mm).

Wird die Zeit statt in Sekunden in Minuten gemessen, wobei dann statt μ_t und μ_p die Mafsstabsfaktoren μ_T und μ_P gelten, so erhält man statt 33):

35) . . . . $\frac{\mu_\tau}{\frac{1}{60}\mu_T} = \frac{\mu_{i2}}{\mu_P}$

und für die Polentfernung statt 34):

36) . . . . $p_l = 60\, b\, T_L\, \mu_P$ (mm),

wobei T_L in Minuten einzusetzen ist.

Als praktisches Beispiel soll in Anknüpfung an die vorige Aufgabe (Fahrdiagramm) für die gleiche Fahrt der voraussichtliche Temperaturverlauf an den Triebmotoren der elektrischen Lokomotive ermittelt werden.

Aus Versuchen sei bekannt:

die Zeitkonstante für Lauf: $T_L = 40{,}66$ (min),

die Zeitkonstante für Stillstand: $T_S = 61$ (min) und

die Konstante: $b = 10\,100 \left(\frac{\text{Amp}^2}{{}^0\text{Cels}}\right)$.

Gegeben sei ferner der Belastungsverlauf J^2/T (Abb. 2a auf Taf. 36).

Gesucht wird der Verlauf der Übertemperatur an den Triebmotoren, d. h. die τ/T-Linie, einmal für den Fall, dafs die Übertemperatur zu Beginn der Fahrt 0^0 Cels, das andere Mal, dafs sie 20^0 Cels betrage.

Vorbereitungen für die Aufnahme:

Gewählt werden die Mafsstabsfaktoren:

$$\mu_\tau = 2{,}5 \left(\frac{\text{mm}}{{}^0\text{Cels}}\right),$$

$$\mu_T = 18 \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}}\right) \text{ und}$$

$$\mu_{i2} = \mu_{J2} = 0{,}00004 \left(\frac{\text{mm}}{\text{Amp}^2}\right).$$

Damit errechnet sich gemäfs 35) und 36):

$p_l = 60 .\ 10100 .\ 40{,}66 .\ 0{,}0000048 = 118$ (mm).

Die am Gerät einzustellende Entfernung A wird hiermit nach 16) unter Zwischenschaltung einer vorhandenen Übersetzung 1:2:

37) . . . . $A = \frac{1}{2}(5\, p_l) = 295$ (mm).

Man zeichnet nun mit den gewählten Mafsstäben die beiden Linien J^2/T und i^2/τ, wobei sich letztere gemäfs 24) als gerade Linie O_1-L darstellt, und legt sie wie in Abb. 1a, Taf. 36 auf die T_3 bzw. E_1 auf. Hierauf bringt man das Gerät in die Nullstellung, wobei Sch_1 und F_3 auf O_3, sowie F_1 auf O_1 steht und der Winkel α_1 an der Steuerstange S_1 gleich null ist. Aufserdem wird St_1 auf die vorerrechnete Entfernung A eingestellt. In dieser Lage werden die einzelnen Schieber an ihren Seilen festgeklemmt.

Das Gerät wird nun in die Ausgangsstellung, die den verlangten Anfangsbedingungen Rechnung tragen soll, gebracht. Im ersten Fall (Anfangsübertemperatur $\tau_a = 0^0$) deckt sich die Ausgangsstellung mit der Nullstellung; im zweiten Fall (Anfangsübertemperatur $\tau_a = 20^0$) braucht man lediglich E_1 zusammen mit Sch_1 um den Streckenwert der verlangten Anfangsübertemperatur aus der Nullage zu verschieben.

Aufnahme: Das Gerät wird nun angetrieben und F_1 und F_3 gemäfs der »Fahrschieberregel« auf der Geraden O_1 — L und der Linie J^2/T geführt (Abb. 1b auf Taf 36). Die vom Schreibstift Sch_1 aufgezeichnete Linie ist dann die gesuchte Erwärmungslinie τ/T.

Die Aufnahme der Temperaturlinie für den Fall des Stillstandes des Triebmotors während der Aufenthalte des Zuges bedarf einer besonderen Betrachtung. Für diese Fälle würde statt der Zeitkonstanten T_L die Zeitkonstante T_S gelten. Damit ergäbe sich nach 36) eine neue Polentfernung und damit auch eine neue Einstellung A. Man müfste daher bei jedem Übergang von Lauf auf Stillstand und umgekehrt die Strecke A ändern. Diese Umständlichkeit läfst sich aber, wie nachstehend gezeigt wird, leicht vermeiden. Bei Stillstand des Triebmotors ist $J^2 = 0$. Die Differentialgleichung 31) vereinfacht sich daher wie folgt:

$$b\, T_s \frac{d\tau}{dt} = -i^2,$$

wofür man schreiben kann:

$$b\, T_l \frac{d\tau}{dt} = -\frac{T_l}{T_s} i^2.$$

Man kann daher die dem Produkt $b\, T_l$ entsprechende Polentfernung für Lauf und die zugehörende Einstellung A unverändert auch für Stillstand beibehalten, wenn man im i^2, τ-Diagramm die Koordinaten i^2 mit dem Verhältnis $\frac{T_l}{T_s}$ vervielfacht.

Im vorliegenden Fall entwickelt sich dementsprechend aus der Geraden O_1 — L für Lauf, eine Gerade O_1 — S für Stillstand (Abb. 1 und 2b auf Taf. 36). Für die Aufnahme hat man in Ergänzung der Fahrschieberregel lediglich zu beachten, dafs bei Stillstand des Zuges der Fahrschieber F_1 statt auf der Geraden O_1 — L auf der Geraden O_1 — S geführt wird.

Abb. 2a auf Taf. 36 zeigt die mit dem Fahrdiagraphen aufgenommenen beiden Erwärmungslinien τ, T.

Schlufsbemerkung: Wie die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben dürften, steht dem forschenden und projektierenden Ingenieur in dem Fahrdiagraphen ein wertvolles Hilfsmittel zur Verfügung, das bei der Behandlung zahlreicher wichtiger Aufgaben durch Ersparnis an Zeit und Mühe die besten Dienste leistet.

Schienenbefestigung „System V“.

Von Professor dipl. Ing. Dr. **Alfred Birk**, Prag.

Auf der belgischen Eisenbahnstrecke Uccle-Rhode-St. Genèse (in der Nähe von Brüssel) wird seit zwei Jahren unter schwierigen Verhältnissen eine Schienenbefestigung erprobt, die Beachtung verdient. Sie stammt aus Belgien, wo F. Radelet & Cie (Bruxelles, Rue Royale 41) sie vertreten und führt wegen der kegeligen Form des Schraubenkopfes, in der das Wesen der Erfindung liegt, die Bezeichnung »System V«. Wie die Abb. 1 zeigt, besteht sie in ihrer Grundausführung aus einer Unterlagsplatte, zwei Schwellenschrauben und zwei Zwischenstücken. Durch die besondere Gestaltung dieser drei Teile ist eben auch ihre besondere Wirkungsweise gegeben, die von der der gebräuchlichen Befestigung wesentlich abweicht. Bei der Befestigungsschraube ist die untere Fläche unter 60° kegelförmig gestaltet; sie greift in die Aussparungen ein, die sich in dem erhöhten Rande der Unterlagsplatte und in dem, den Schienenfufs übergreifenden, gestanzten Zwischenstück befinden. Die Aussparungen in den Unterlagplatten werden der Billigkeit halber durch Ausfräsen der zuerst ausgebohrten zylindrischen Löcher hergestellt.

Abb. 1.

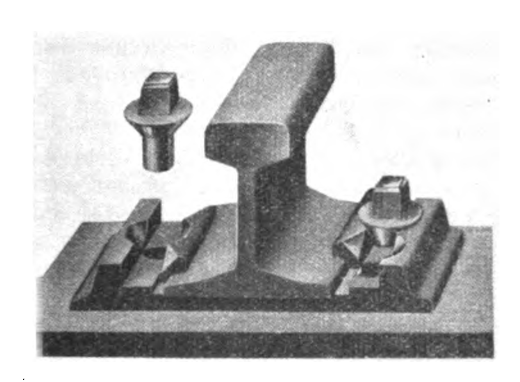
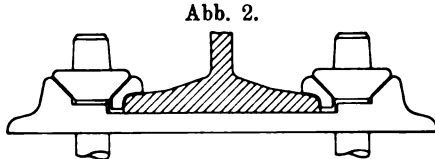


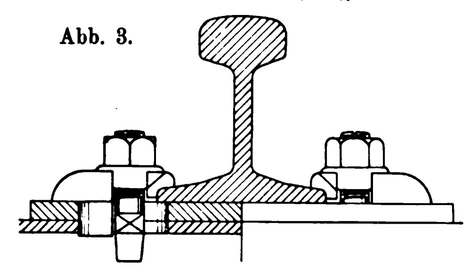
Abb. 2 lässt die Wirkungsweise der Anordnung erkennen: Die beim Anziehen der Schraube neben den senkrechten Kräften auftretenden wagrechten Kräfte suchen Platte und Zwischenstück auseinander zu treiben, verspannen also die Schiene fest zwischen den Rändern der Unterlagsplatte und erzeugen einen innigen Zusammenhang der Befestigungsteile. Die grofsen Berührungsflächen zwischen Schraube und Zwischenstück, Schraube und Plattenrand, Zwischenstück und Schienenfufs erzeugen als Reibungsflächen grofse Widerstände gegen die auf Lockerung der Befestigung hinwirkenden Kräfte, verhüten auch örtliche Beanspruchungen, die zu örtlichen Abnutzungen, zur Entstehung von Spielräumen, zu Verletzungen des Schienenfufses beitragen. Die so bewirkte dauernd starke Verspannung der Schiene mit ihrem Lager bietet überdies kräftigen Schutz gegen das Schienenwandern.

Abb. 2.



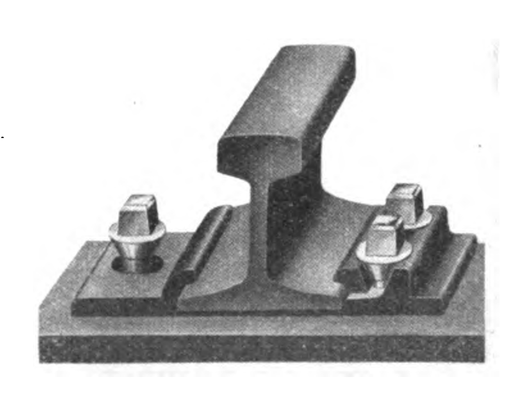
Die Schienenbefestigung »System V« auf Eisenschwellen ist aus Abb. 3 ersichtlich. Hier kommen Hakenschrauben zur Anwendung; die verspannende Kegelfläche befindet sich an der Mutter; zum Zwischenstücke tritt ein abnehmbares Schulterstück, das mit einem Zapfen in das erweiterte Bolzenloch greift; die Zapfen werden mit verschiedenen Stärken hergestellt, so dafs die Spurerweiterungen in den Bögen in gewöhnlicher Weise ausgeführt werden können. Die länglichen Bolzenlöcher in der Schwellendecke sind beiderseits halbkreisförmig begrenzt; dem entsprechend sind auch die Zapfen geformt, so dafs trotz des starken Druckes auf die Lochwände ein schädlicher Angriff auf die Schwelle nicht zu befürchten ist.

Abb. 3.



Die Befestigungsweise »System V« ist auch bei Hakenplatten anwendbar (Abb. 4); durch das kräftige Anpressen der Platte an die Schwelle wird die Beweglichkeit der Hakenplatte gemildert und durch die Keilwirkung der Schraube wird das Entstehen von Spielräumen im Hakenhohlraume verhütet. Treten dennoch Abnützungen auf, so läfst sich wieder ein fester Anschlufs des Schienenfufses an den Haken herstellen. Die Mängel der Hakenplatte, die zu ihrer teilweisen Ausschaltung bei dem neuen Oberbau der deutschen Reichsbahn führten, werden daher bei Anwendung des »Systems V« behoben oder doch wesentlich vermindert.

Abb. 4.



Die Schraube wird bei »System V« weder auf Abscheerung noch auf Biegung beansprucht. Die Schraubenmutter zieht sich erst nach dem Verschwinden aller Spielräume fest; das leicht gewölbte Zwischenstück verhindert mithin das Schlagen der Befestigung, wenn sie bei andauernd nachlässiger Gleisunterhaltung sich lockern sollte.

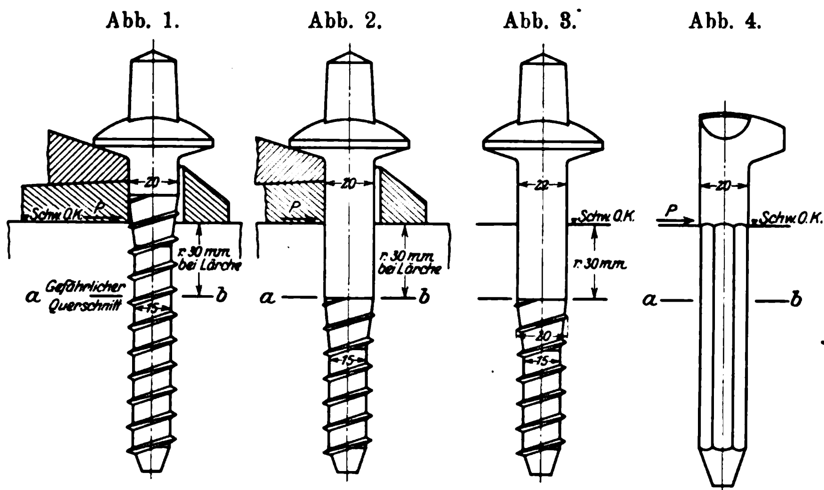
Die von der amtlichen Anstalt in Malines (Belgien) an Eisenschwellen vorgenommenen Versuche mit gewöhnlichen Schwellenschrauben und mit Schwellenschrauben »System V« haben gezeigt, dafs der Widerstand gegen seitliche Verschiebung bei diesen drei- bis viermal so grofs ist, als bei jenen und dafs das Losreifsen eines Schienenstückes von 50 kg/m, das auf zwei Schwellen ohne Unterlagsplatte mit je zwei Schrauben befestigt war, bei »System V« eine Kraft von 8300 kg, bei den gewöhnlichen Schrauben eine solche von 4100 kg erforderte. Auf der eingangs erwähnten Eisenbahnstrecke, über die täglich 3500 bis 4000 Achsen laufen und in der Züge mit 82 km Fahrgeschwindigkeit verkehren, liegt »System V« in einem Bogen von 1000 m Halbmesser und in der Steigung von 13 v. T. Da der Bettungsstoff sehr minderwertig ist, konnte bisher keine Schienenbefestigungsweise befriedigen. »System V« hat ein gutes Ergebnis geliefert. Wie mir mitgeteilt wird, zeigen sich bis jetzt keine örtlichen Beanspruchungen, halten sich Befestigung und Spurweite einwandfrei und sind auch die Erfahrungen hinsichtlich der Schienenwanderung, der mechanischen Abnutzung der Schwellen und der leichten und billigen Unterhaltung des Gleises günstig.

Erhöhung der Schub- bzw. Biegungsfestigkeit der gewöhnlichen Schwellenschrauben durch Verlängerung des Schaftes.

Von Ing. **Otto Bauer**, Oberbaurat der Österreichischen Bundesbahnen Graz.

Bei den in Verwendung stehenden Schwellenschrauben (Abb. 1) zur Befestigung der Schienen bzw. Unterlagsplatten auf hölzernen Querschwellen reicht das Gewinde bis zur Ausmündung des Schwellenloches und nur in vereinzelten Fällen läfst man den vollen oberen gewindelosen Schaft ein kurzes Stück in das Schwellenloch hineinreichen*).

Die Schwellenschraube erhält durch diese Ausführungsform wohl die gröfstmögliche Haftfestigkeit, aber der Widerstand gegen seitliche Verdrückung ist zu klein, um den Anforderungen des Betriebs voll zu entsprechen, es wird daher für die Aufnahme der seitlichen Schubkräfte der dafür besser geeignete Hakennagel noch immer mit Vorliebe verwendet. Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, die hohe Haftfestigkeit der Schraube mit der hohen Schubfestigkeit bzw. Biegungsfestigkeit des Nagels bei gleicher Profilstärke in einem Befestigungsmittel zu vereinen.



Durch Verlängerung des oberen vollen gewindelosen Schaftes der Schwellenschraube (Abb. 2) in das Schwellenloch hinein und durch Tieferlegen der Gewindegänge (rund 3 cm unter Schwellenlochausmündung) wird erreicht, dafs sich der Widerstand gegen seitliche Verdrückung bzw. Verbiegung z. B. bei Schrauben mit 20 mm äufserem und 15 mm innerem Gewindedurchmesser in Lärchenholz von 1400 kg auf 2500 kg, d. i. um 80 %, erhöht. Die Haftfestigkeit verringert sich bei gleicher Schaftlänge bzw. gleichem Gewichte um rund 10 %; die Verringerung der Haftfestigkeit kann durch Zugabe eines Gewindeganges leicht ausgeglichen werden, ohne dafs aber die Notwendigkeit hierfür vorliegt.

Wird der obere Schaft noch weiter verstärkt (Abb. 3), so kann der Widerstand gegen seitliche Verdrückung weiter gehoben werden.

Durch diese einfache Verbesserung wird an den gebräuchlichen Schwellenschrauben ohne Arbeits- und Materialaufwand tatsächlich erreicht, dafs die hohe Haftfestigkeit der Schraube mit der hohen Schub- bzw. Biegungsfestigkeit des Nagels vereint wird, denn die Schub- bzw. Biegungsfestigkeit eines Achtkantnagels von 20 mm äufserem Kreisdurchmesser (Abb. 4) beträgt in Lärchenholz ebenfalls rund 2500 kg, bei nur rund 2000 kg Haftfestigkeit.

Weiters wird durch das Tieferlegen des Schraubengewindes aus der Zone des gefährlichen Querschnittes heraus die Kerbwirkung des Gewindeganges und damit die Gefahr des Reifsens der Schraube durch Dauerbeanspruchung vollkommen beseitigt, was namentlich in Gebirgsstrecken und scharfen Bögen von grofser Bedeutung ist.

Die Ursache, weshalb diese Verbesserung noch nicht gefunden wurde, bzw. in zielbewufster Weise zur allgemeinen Einführung gelangte, dürfte darin liegen, dafs der gefährliche Querschnitt gegen Verbiegung an der Ausmündung des Schwellenloches angenommen wurde. Dies ist aber nicht der Fall, denn der gefährliche Querschnitt liegt je nach Holzgattung und Gröfse des Schaftdurchmessers einige Zentimeter tiefer, unter der Ausmündung des Schwellenloches.

Die wirtschaftlichen Vorteile dieser Verbesserung der Schwellenschraube für den Haushalt der Bahn sind bedeutende:

1. Verlängerung der Lebensdauer der Schwelle,
2. die Erhaltungsarbeiten für Spurregulierungen werden besonders in Gebirgsstrecken und scharfen Bögen wesentlich herabgesetzt und
3. die billigere Weichholzschwelle kann durch Hartholzplatten und -Einsätze in Verbindung mit diesem Befestigungsmittel die Güte einer Hartholzschwelle erreichen.

Mit Rücksicht auf die angeführten Vorteile bringt der Verfasser die angeführte Verbesserung zur allgemeinen Kenntnis und stellt sie zur Beurteilung und Erprobung.

*) Anmerkung der Schriftleitung. Die beim Oberbau der ehemals bayer. Staatseisenbahnen verwendeten Schwellenschrauben haben einen der Stärke von Schiene und Unterlagplatte entsprechenden zylindrischen Schaft, an den sich mit kegelförmigem Übergang die Schraube ansetzt. Dieser Kegel drückt sich fest an das Holz an. Dadurch wird sattes Anliegen der Schraube in allen Teilen erreicht, ohne dafs ein Loch mit verschiedenem Durchmesser in der Schwelle gebohrt werden mufs.

Die Neuordnung der Deutschen Reichsbahn.

In Ausführung des Dawes-Gutachtens, zu der sich die deutsche Regierung im Londoner Protokoll verpflichtet hat, hat am 11. Oktober 1924 die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft den Betrieb der deutschen Bahnen, der seit Jahrzehnten ausschliefslich in der Hand des Staates lag, übernommen.

Nach der auf Grund des Gesetzes für den Übergang der Bahnen an die Gesellschaft erlassenen Geschäftsordnung sind die Organe der Gesellschaft der Vorstand und der Verwaltungsrat. Ersterer besteht aus dem Generaldirektor und den Direktoren, die in der Hauptverwaltung tätig sind, letzterer aus 18 nicht dem Eisenbahndienst angehörenden Mitgliedern. Nach dem Gesetz ist die Hälfte dieser Mitglieder von der Reichsregierung zu ernennen, die andere Hälfte von dem als Vertreter der Gläubiger der Reparationsschuldverschreibungen aufgestellten Treuhänder; unter letzterer können fünf Deutsche sein, diese Zahl wurde bei Durchführung der Ernennungen auch erreicht.

Der Vorstand führt die Geschäfte der Gesellschaft unter der Aufsicht des Verwaltungsrats. Die oberste Leitung der Geschäfte hat die Hauptverwaltung mit dem Generaldirektor an der Spitze. Zum Geschäftskreis der Hauptverwaltung gehören insbesondere: die Regelung der allgemeinen Verkehrs-, Finanz- und Personalpolitik, kaufmännische und technische Mafsnahmen von grundlegender Bedeutung, insbesondere grundlegende Fragen der Beschaffung und Konstruktion, die Verteilung der Mittel, die Festsetzung allgemeiner Dienstvorschriften für das Personal, für das Kassen- und Rechnungswesen und für die Dienstzweige des Betriebs, Verkehrs und Baues, die Vertretung der Gesellschaft gegenüber dem Verwaltungsrat

einschliefslich der Vorberatung aller Vorlagen an diesen und die Vertretung der Gesellschaft gegenüber der Aufsichtsbehörde und gegenüber dem Eisenbahnkommissar, der zur Wahrung der Rechte aus den Reparationsverpflichtungen bestellt ist.

Aufser der Hauptverwaltung in Berlin besteht eine Gruppenverwaltung in Bayern für Regelung der Angelegenheiten ihres Bereichs, soweit sie nicht wegen ihrer besonderen Bedeutung von der Hauptverwaltung zu erledigen sind.

Das Berufsbeamtentum bleibt erhalten; die Rechtsverhältnisse der Reichsbeamten werden in enger Anlehnung an das Reichsbeamtenrecht geregelt und fortentwickelt.

Das Reichsverkehrsministerium ist als Hoheitsbehörde bestehen geblieben. Zur Bearbeitung der Aufgaben des Reichs auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens sind zwei Abteilungen, eine Verwaltungs- und eine technische Abteilung gebildet worden.

Persönliches.

Richard Sarre †.

Am 13. November d. J. ist der Wirkliche Geheime Oberbaurat Richard Sarre, Präsident des Eisenbahn-Zentralamts a. D., Mitglied des Verwaltungsrats der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und Abteilungsvorsteher der Akademie des Bauwesens, nach kurzer, schwerer Krankheit in Berlin-Halensee im 70. Lebensjahr verstorben. Der Heimgegangene hatte das Glück, bis zu seinem Lebensende über körperliche Rüstigkeit und geistige Frische verfügen zu können; von einer schweren Lungenentzündung wurde er leider in wenigen Tagen hinweggerafft.

Nach dem Ausscheiden aus dem Amte und nach Niederlegung der ihm liebgewordenen Tätigkeit im Eisenbahn-Zentralamt hat er nicht etwa die Hände in den Schofs gelegt und sich Ruhe gegönnt, dazu war seine ganze Veranlagung nicht geschaffen. Wenn er auch eine regelmäfsige Tätigkeit nicht mehr ausübte, so hat er doch alle Vorkommnisse auf eisenbahntechnischem Gebiet noch mit grofsem Interesse verfolgt. Insbesondere fand er in der Akademie des Bauwesens, in der er Abteilungsvorsteher für das Bau- und Maschineningenieurwesen war, reichlich Gelegenheit, sich mit Erfolg zu betätigen. Auch zur Erstattung wichtiger Gutachten in Organisationsfragen wurde er vom Reichsverkehrsministerium herangezogen. Ferner wurde Sarre bei der Zuteilung der Eisenbahnfahrzeuge an die abgetretenen Gebiete gemäfs Artikel 371 des Versailler Vertrages als deutsches Mitglied des Ausschusses ernannt und hat als solches durch sein ruhiges und sachliches Auftreten dahin gewirkt, dafs die Zuteilung reibungslos und einwandfrei sich vollzog.

In neuerer Zeit wurde Sarre bei der Bildung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft als Mitglied in den Verwaltungsrat berufen; gerade die Berufung seiner Person fand in Kollegenkreisen ungeteilten Beifall, weil ihm Pflichterfüllung, aufsergewöhnlicher Fleifs und Gründlichkeit über alles ging und man ihm bei seinen grofsen Fachkenntnissen das gröfste Vertrauen darin entgegenbringen konnte, dafs er seine Verwaltungsratstätigkeit mit grofsem Verständnis für die Bedürfnisse eines geordneten Eisenbahnbetriebs ausüben werde. Auch der Präsident des Verwaltungsrats und der Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft haben in der Bekanntgabe des Ablebens von Sarre zum Ausdruck gebracht, dafs sie in dem Verstorbenen einen hervorragenden Eisenbahnfachmann und einen ausgezeichneten Mitarbeiter von vornehmer Denkungsart und grofser persönlicher Liebenswürdigkeit verlieren.

So ist er nun von uns geschieden, einer der tüchtigsten und besten seines Faches, tiefbetrauert von der einzigen, von ihm über alles geliebten Schwester, mit der er seit Jahren einen gemeinsamen Hausstand hatte, und von allen denen, die ihm als Fachmann wie als Menschen nahe zu treten das Glück hatten.

Richard Sarre wurde geboren am 25. März 1855 in Spandau, wo sein Vater als Telegraphen-Direktionsrat angestellt war. Nach Absolvierung der Realschule I. Ordnung bezog Sarre Ostern 1873 die Technische Hochschule in Dresden, auf der er $4^1/_2$ Jahre Bauingenieurwissenschaft studierte und die Abgangsprüfung mit Auszeichnung ablegte. Vom 1. Januar 1878 war Sarre bei der städtischen Baudeputation in Berlin im Brückenbau beschäftigt; als Bauführer sodann von 1880—1882 beim Bau der Berliner Staatsbahn, 1883 legte er die zweite Hauptprüfung im Bauingenieurfach mit glänzendem Erfolge ab und wurde zum Regierungsbaumeister ernannt. 1884 kam er zur Eisenbahndirektion Cöln linksrh. und wurde dort mit der Ausführung von generellen Vorarbeiten für die Eisenbahnstrecken Ahrweiler—Adenau und Elsdorf (Bedberg)—Horrem betraut und später beim Umbau des Bahnhofs Cöln beschäftigt. 1889 wurde Sarre als Hilfsarbeiter in das Ministerium der öffentlichen Arbeiten berufen, trat aber 1891 in das Reichsamt für die Verwaltung der Reichseisenbahn über, wo er 1893 zum Regierungsrat und am 1. Juli 1899 zum Geheimen Baurat und Vortragenden Rat ernannt wurde. In dem genannten Reichsamt wurde er nicht nur mit bautechnischen Aufgaben und Fragen befafst, sondern er erledigte auch hier die maschinentechnischen Angelegenheiten bei der Generaldirektion der Reichseisenbahnen. Ihm ist es besonders zu danken, dafs bei der letzteren der Verwendung von Güterwagen mit Selbstentladevorrichtung, soweit sich diese unter den damaligen Verhältnissen ermöglichen liefs, näher getreten wurde. Am 1. April 1910 wurde Sarre Präsident der Eisenbahndirektion Kattowitz, die er bis Anfang 1912 leitete, um dann die Leitung des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin zu übernehmen. Am 1. Juli 1920 trat er in den Ruhestand. Seine Tätigkeit im Eisenbahn-Zentralamt, die seinem Namen in der Eisenbahnwelt und in der Industrie auch über die Grenzen unseres engeren Vaterlandes hinaus den besten Klang sicherte, fiel in eine Zeit, in der es besonders darauf ankam, für rechtzeitigen Ersatz und für die Vermehrung der Eisenbahnfahrzeuge und des Oberbaumaterials Sorge zu tragen. Dieser Aufgabe hat er sich mit grofser Hingabe unterzogen, so dafs ihm ein wesentliches Verdienst zukommt, dafs nach Beendigung des Krieges der Eisenbahnbetrieb bald wieder in geordnete Bahnen gebracht werden konnte.

Allseitige Verehrung seiner zahlreichen Untergebenen sowohl wie der Mitarbeiter und Vorgesetzten waren der Erfolg seiner hervorragenden persönlichen Eigenschaften. Seinen Untergebenen war er ein rechter und gerechter Vorgesetzter, mit Rat und Tat zu helfen bereit, soweit es in seinen Kräften stand; den Mitarbeitern ein treuer und erfahrener Gefährte, gleich liebenswürdig als Beamter wie als Mensch. Die näheren Fachgenossen aber, und namentlich deren jüngeres Geschlecht, schulden dem Dahingeschiedenen gröfsten Dank, da er zu denjenigen Männern gehörte, deren fruchtbringende Tätigkeit zu der heutigen Stellung der Techniker im Eisenbahndienst geführt hat.

Dafs die grofsen Verdienste, die er sich auf allen Zweigen erworben, ihm auch äufsere Ehren aller Art einbrachten, und dafs seine Brust mit zahlreichen Orden geschmückt war, kann nicht Wunder nehmen.

Die deutsche Eisenbahntechnik verliert in Sarre eine hervorragende Kraft. Sein Andenken wird von allen seinen Freunden und Fachgenossen dauernd in Ehren gehalten werden.

Mr.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Beobachtungen über die dynamische Einwirkung der Verkehrslast auf Eisenbahnbrücken.

Den dynamischen Beanspruchungen aller Art an Maschinen, Bauwerken, Brücken usw. wird zur Zeit allseitig Aufmerksamkeit zugewendet. Allgemein besteht das Bestreben, die Lücke auszufüllen, die die bisher allzu einseitige Betonung der Statik ergab. Kapitän Ernst Nilsson weist in der schwedischen Teknisk Tidskrift, Väg-och-Vattenbyggnadskonst 4 vom 26. April 24 auf die an verschiedenen Stellen des Auslandes in letzter Zeit ausgeführten, teilweise auch noch laufenden Untersuchungen über die dynamische Einwirkung der Verkehrslasten auf Eisenbahnbrücken hin. Insbesondere werden dabei die Arbeiten des in mehreren Abteilungen vorgehenden schweizerischen Ausschusses hervorgehoben. Ebenso werden die ersten planmäfsigen Versuche von Rabut (Annales des Ponts et Chaussées 1901), die Versuche der American Railway Engineering Association und dann die im Auftrage des Ministeriums für Verkehrswesen 1920 in England angestellten umfassenden Messungen gewürdigt. Nilsson kommt zu dem Schlusse, dafs man von den Messungsversuchen keinen formelmäfsig genauen Zusammenhang zwischen den dynamischen Spannungszuschlägen und den Brückenspannweiten erwarten dürfe. Man erhält keine einigermafsen regelmäfsigen Schaulinien, sondern Punktgruppen; die aufgestellten Formeln sind demnach als Umhüllungen zu betrachten, die im grofsen ganzen die Gröfstwerte umfassen. Die Stofswirkungen an Brücken setzen sich aus einer ganzen Reihe von Einflüssen zusammen: von den Betriebsmitteln her: die der Geschwindigkeit, der Unregelmäfsigkeiten an den Fahrzeugen, des Massenausgleichs der Treibräder der Lokomotive, der Lagerung der Lokomotivachsen; vom Oberbau her: die Einflüsse der Unregelmäfsigkeiten in der Verlegung und der Schienenstöfse, von der Brücke selbst: die Art der Auflage und der Befestigung der Brücke. Diese Einwirkungen können alle sozusagen mit verschiedenem Vorzeichen auftreten. Sie werden am ungünstigsten, wenn alle einwirkenden Einflüsse mit gleichem Zeichen auftreten. Es können also ganz verschiedene Stofswirkungen auftreten, wenn der gleiche Zug mit derselben Geschwindigkeit über eine Brücke fährt. Es ist daher weniger wünschenswert, die Versuche an einer gröfseren Anzahl von Brücken zu wiederholen, als an einer kleinen Anzahl bezeichnender Brückenarten eine grofse Zahl von Versuchen bei verschiedenen Zuggeschwindigkeiten, aber unter sonst gleichen Verhältnissen auszuführen. In Schweden hatten sich nun Meinungsverschiedenheiten darüber ergeben, wie die dortigen Vorschriften, die im Jahre 1919 über Normalbestimmungen für Eisenkonstruktionen erlassen worden waren, auszulegen seien. Es wurden daher Spannungsmessungen an Brücken im oberen schwedischen Norrland ausgeführt, und zwar nach einem Kugelverfahren von Prof. Kreüger und mit vier selbstaufzeichnenden holländischen Spannungsmessern von Okhuizen. Die Schaulinien zeigen, dafs eine unmittelbare Beziehung zwischen der Zuggeschwindigkeit und dem dynamischem Zuschlag nicht besteht. Der Zuschlag wächst anfangs bedeutend schneller als die Geschwindigkeit. In manchen Fällen wurde für eine geringere Geschwindigkeit ein gröfserer dynamischer Gröfstzuschlag erzielt als für eine höhere. Es kann dies auf die geringe Zahl der Versuche zurückzuführen sein, aber auch auf der Möglichkeit beruhen, dafs für jede Brücke eine oder mehrere kritische Geschwindigkeiten bestehen.

Bezüglich der Einwirkung der Verkehrslast in seitlicher Richtung stellte sich heraus, dafs die gemessenen Biegungsbeanspruchungen in keinem Falle die Hälfte der berechneten erreichten, sich gewöhnlich sogar bedeutend darunter hielten. Die Einwirkung der Seitenkräfte war in der Regel bei geringen Zuggeschwindigkeiten gröfser als bei hohen. Eigentümlich war, dafs die gröfste Prozentzahl nicht bei Vorübergang der schwersten Lokomotivachse an den Mefspunkten eintrat, sondern für eine leichtere Achse. Schliefslich betont Nilsson die dringende Notwendigkeit, weitere Versuche anzustellen, wobei an wenigen geeigneten Brücken verschiedener Bauart eine grofse Reihe von Messungen vorzunehmen wäre, um die ungünstigsten Fälle mit Sicherheit zu treffen.

Die schon erwähnten Untersuchungen mit einem neuen schwedischen Mefsinstrument, der Kugeldose von Prof. Kreüger, bespricht der die Messungen ausführende Bureauingenieur C. R. Kolm in Teknisk Tidskrift 1924 Väg-och-Vattenbyggnadskonst 5. Die Kugeldose besteht aus zwei Stahlzylindern und einer den verschiedenen Versuchen angepafsten Steuerhülse. Die Endflächen des unteren Zylinders sind beide eben, während der obere Zylinder, der unter Belastung gegen den unteren gedrückt wird, dem unteren Zylinder eine kugelförmige Anlagefläche zuwendet und nach oben eine ebene Fläche hat. Die gegenseitigen Anlageflächen der beiden Zylinder sind fein geglättet, während die anderen Endflächen nur geschliffen und die Mantelflächen der Zylinder fein abgedreht sind. Die Zylinder sind aus sehr hartem Chromstahl. Die Kugeldose kann also mit ansehnlichen Gewichten belastet werden, ohne dafs an den Zylindern dauernde Formänderungen auftreten. Bei den Belastungsproben wird die kugelförmige Fläche des oberen Zylinders, die in unbelastetem Zustande die mit einer ganz dünnen Rufsschichte überzogene Fläche des unteren Zylinders nur in einem Punkte berührt, abgeplattet und es entsteht eine kreisförmige Berührungsfläche, die sich in der Rufsschichte als blanker Fleck abzeichnet. Der Zusammenhang zwischen Berührungsdurchmesser und der zu bestimmenden Druckkraft bestimmt sich nach Hertz. Auf Grund von Druckproben sind Schaulinien aufgezeichnet, nach denen die Drücke schnell angegeben werden können. Das Messungsverfahren ist zunächst nur dazu bestimmt, den dynamischen Zuschlag für den Auflagerdruck an Brücken zu bestimmen. Es werden zu diesem Zweck am Auflager Platten eingeschoben, die aus einem Ober- und einem Unterteil bestehen, zwischen denen drei Kugeldosen angeordnet sind. Durch Zusammenzählen der Drücke an den drei in der Auflagerplatte angebrachten Kugeldosen wird der Auflagerdruck gemessen. Die Belastungsversuche wurden mittels Lokomotiven mit verschiedenen Geschwindigkeiten angestellt. Aus den noch nicht endgültig abgeschlossenen Untersuchungen scheint für die Bestimmung des dynamischen Zuschlages soviel hervorzugehen, dafs eine bisher angenommene geradlinige Abhängigkeit des dynamischen Zuschlages für geringere Geschwindigkeiten als 100 km/Std. mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmt. Insbesondere anfangs, von 0 bis 10 km/Std., manchmal auch noch weiter, steigt der dynamische Zuschlag besonders stark. Von zwei je 20,88 m gleich weit gespannten Brücken, eine aus Fachwerk, die andere eine Blechbalkenbrücke, ergab bei gleicher Probelokomotive die Blechbalkenbrücke wesentlich geringere Zuschläge als die Fachwerkbrücke. Die zeichnerische Auftragung der Einzelmessungen ergab bei Fachwerkbrücken und noch mehr bei kleineren Blechbalkenbrücken ein starkes Schwanken der gemessenen Werte. Man mufs also eine grofse Anzahl Proben anstellen, um den geeignetsten Wert des dynamischen Zuschlages zu bestimmen.

Man beabsichtigt, die zunächst nur auf Auflagerdrücke abzielenden Messungen auch auf den Zuschlag zu den Beanspruchungen der übrigen Teile der Eisenkonstruktion auszudehnen.

Die Kugeldose ist ein einfaches, handliches Instrument. Sie ist vom Wetter verhältnismäfsig unabhängig, was für die Arbeiten im Freien von Wichtigkeit ist.

Nicht ohne Belang sind in diesem Zusammenhange Versuche, die nach der russischen Zeitschrift Technika i Ekonomika Putej Soobschenja 1924 Nr. 2 im November 1921 an der hölzernen Behelfsbrücke über den Tomflufs in Werst 1255 der Amurbahn angestellt wurden. Es wurden mit Betriebszügen vier Versuche gemacht, der erste mit 5 Werst/Std. Geschwindigkeit, zwei mit 15 Werst/Std. Geschwindigkeit und der letzte bei ruhender Last. Die gröfsten lotrechten Durchbiegungen traten ausnahmslos bei ruhender Last ein, die kleinsten bei 5 Werst/Std. Geschwindigkeit. Die Seitenschwankungen zeigten sich bei den beiden Versuchen mit 15 Werst/Std. Geschwindigkeit gröfser als bei 5 Werst/Std. Die Messungen geschahen teils von festen, auf dem Eis aufgestellten Ständern aus, teils mittels Biegungsmessern von Griot. Spannungsmessungen wurden mit Spannungsmessern Rabut-Manet ausgeführt. Sie ergaben ebenfalls bei 5 Werst/Std. Geschwindigkeit wesentlich geringere Beanspruchungen als bei 15 Werst/Std. Dr. Saller.

Lokomotiven und Wagen.

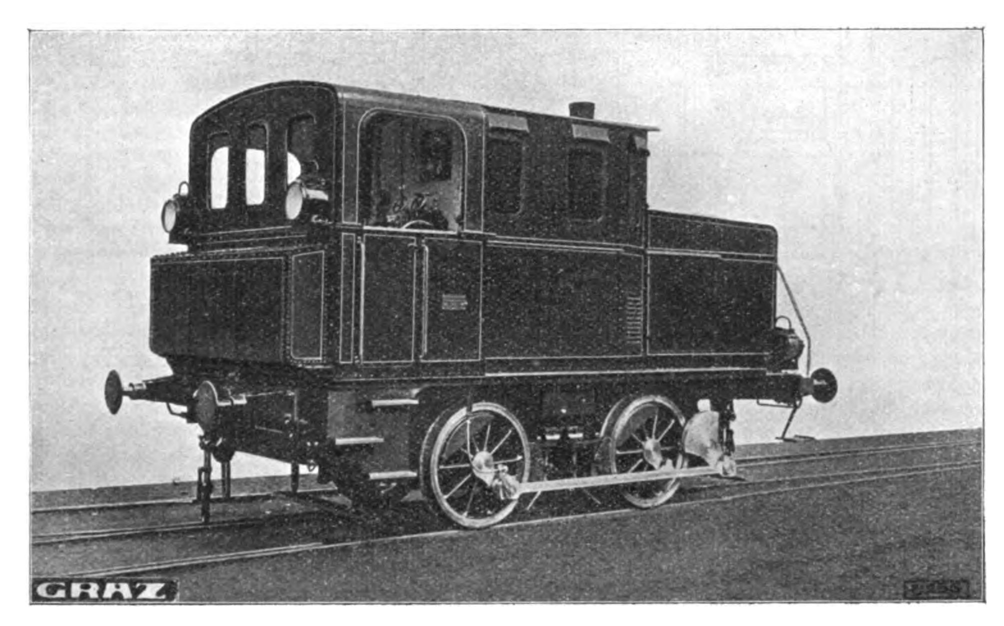
Probefahrten mit einer 60 PS_e-Diesellokomotive auf der London & North Eastern Bahn.

(Railway Gazette vom 8. August 1924.)

Auf der Great Eastern-Strecke der London & North Eastern Eisenbahngesellschaft wurde kürzlich eine zweigekuppelte Diesellokomotive einigen Probefahrten unterzogen. Diese Lokomotive, ein Erzeugnis der Grazer Waggon- und Maschinenfabrik A.-G. vorm. Joh. Weitzer, ist mit einem 60 pferdigen Sechszylinder-Dieselmotor ausgestattet, dessen Leistung mittels Lentzgetriebes und Kurbelstangen auf die Kuppelachsen übertragen wird.

Abb. 1 und 2 zeigen die allgemeine Anordnung der einzelnen Teile wobei ersichtlich ist, dafs der Dieselmotor den Raum unmittelbar vor dem Führerstande inne hat, während das Lentzgetriebe zwischen Motor und Kühler angeordnet ist. Das Lentzgetriebe ist sowohl für Vorwärts- wie auch für Rückwärtsfahrt für drei Geschwindigkeitsstufen von 5, 10 und 15 km/Std. gebaut. Die Treibräder haben einen Durchmesser von 860 mm und die Maschine entwickelt eine gröfste Zugkraft von 4100 kg. Ihr Dienstgewicht beträgt 20 t.

Abb. 1. Ansicht der 60 PS-Diesellokomotive.



Der Dieselmotor arbeitet mittels einer elastischen Bolzenkupplung, die im Notfalle ausgerückt werden kann, unmittelbar auf die Ölpumpe des Lentzgetriebes, die Öl in veränderlicher Menge und von veränderlicher Pressung in den unmittelbar darunter angeordneten Ölmotor liefert. Die Dieselmotorachse und die Achse der Ölpumpe des Lentzgetriebes liegen in der Längsrichtung des Fahrzeugs, während die Achse des Ölmotors im rechten Winkel hierzu, also quer im Untergestell gelagert ist und das Drehmoment auf zwei zu beiden Seiten angeordnete ausbalanzierte Kurbeln überträgt, die ihrerseits mittels Treibstangen das hintere der beiden Kuppelräderpaare antreiben.

Das Getriebe wird mittels eines im Führerhaus angebrachten Handrades von grofsem Durchmesser gesteuert, wobei durch Zeigerstellung drei Vorwärts- und drei Rückwärtsgeschwindigkeiten, sowie zwei Vorwärts- und zwei Rückwärtsbremsstellungen kontrolliert und eingestellt werden können. Durch ein Umlauforgan kann das Getriebeöl von der Einwirkung auf den Ölmotor ganz oder teilweise abgeschaltet werden, wodurch die Wirkung einer Kupplung erzielt und bei Verschubbewegungen das Öl vom Drucke entlastet wird.

Die drei Übersetzungsverhältnisse werden durch Beeinflussung des im Getriebe umfliefsenden Öles erhalten, wobei zur Erreichung eines grofsen Anfahrmoments ein niedriges Übersetzungsverhältnis dadurch hervorgerufen wird, dafs die Ölpumpe verhältnismäfsig wenig Treiböl aber von hohem Drucke in den Ölmotor pumpt, während für leichtere Belastungen bei gröfserer Geschwindigkeit ein gröfseres Quantum Öl bei niedrigem Drucke geliefert wird.

Ein von der Motorwelle unmittelbar angetriebener zweistufiger Kompressor erzeugt Druckluft von ca. 49 at, die in drei auf der Lokomotive befindlichen Behältern aufgespeichert wird und zum Anfahren und zum Einblasen während der Fahrt dient. Die geringe beim Anlassen des Motors verbrauchte Druckluft wird sogleich wieder ersetzt. Bei den neuesten Ausführungen dieser Diesellokomotive wird der Kompressor weggelassen; die Einspritzung des Brennstoffs erfolgt hierbei ohne Druckluft. Die Regulierorgane der beschriebenen Maschine sind Sonderbauarten der Grazer Fabrik und werden von der Lentzfirma für gewöhnlich nicht verwendet.

Einzelheiten der Versuche.

Die ersten Versuche galten der Feststellung der bei Verwendung als Verschiebelokomotive zu erwartenden Ersparnisse und der ungefähren Betriebskosten. Zunächst erfolgten Fahrten auf Streckenabschnitten von ca. 400 m Länge bei einer Steigung von 1 : 360 und einer Belastung durch sechs beladene Kohlenwagen, sowie Leerlokomotivfahrten. Es wurde festgestellt, dafs eine Belastung von ca. 100 Tonnen die Höchstbelastung war, die noch angehängt werden konnte. Die Brennstoffkosten betrugen bei Vollastbetrieb 2 sh 1 d (ca. 1,96 ℳ) für die Stunde oder 0,07 d pro Tonne und Meile (ca. 0,34 Pfg. pro t und km) bei einem Brennstoffpreis von $8^1/_2$ d/Gallon (etwa 14,7 Pfg. für 1 l) frei London. Unter der Annahme, dafs bei Verschiebedienst der halbe Arbeitstag durch Fahrten mit leerer Maschine mit 1 sh 8 d (ca. 1,57 ℳ) Brennstoffkosten pro Stunde ausgefüllt wird, würden die durchschnittlichen Brennstoffkosten in der Stunde etwa 1 sh $10^1/_2$ d (ca. 1,76 ℳ) betragen.

In dem offiziellen Berichte über diese Versuche wurde festgestellt, dafs die Dieselmaschine während sämtlicher Versuche befriedigend arbeitete und sowohl vom kalten Zustande aus als auch nach zeitweiligen Stillständen sofort angelassen werden konnte. Die Vibrationen, die man bei unbelasteter Maschine wahrnehmen konnte, waren bei belasteter Maschine weniger bemerkbar. Abgesehen von der Möglichkeit der Bremsung durch das Getriebe, war die Lokomotive noch mit einer gewöhnlichen Handbremse ausgerüstet.

Versuchsfahrt auf der Hauptlinie.

Am Sonntag den 13. Juli wurde mit der Diesellokomotive eine Versuchsfahrt zwischen der Station Angel Road (Edmonton) und Cambridge und zurück mit einer Gesamtstreckenlänge von 168,9 km unternommen. Die Gesamtfahrzeit (ohne Aufenthalts- und Verschubdienstzeiten) zwischen den Stationen betrug 7 Stunden 36 Minuten, was eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 21,8 km pro Stunde ergibt. Die mittlere Geschwindigkeit zwischen zwei Stationen betrug zwischen 16,9 und 22,2 km/Std. Die Gesamtzeit, während welcher die Dieselmaschine mit 225 Umdrehungen in der Minute auf den Aufenthaltsstationen leer lief, betrug 98 Minuten. Genau genommen

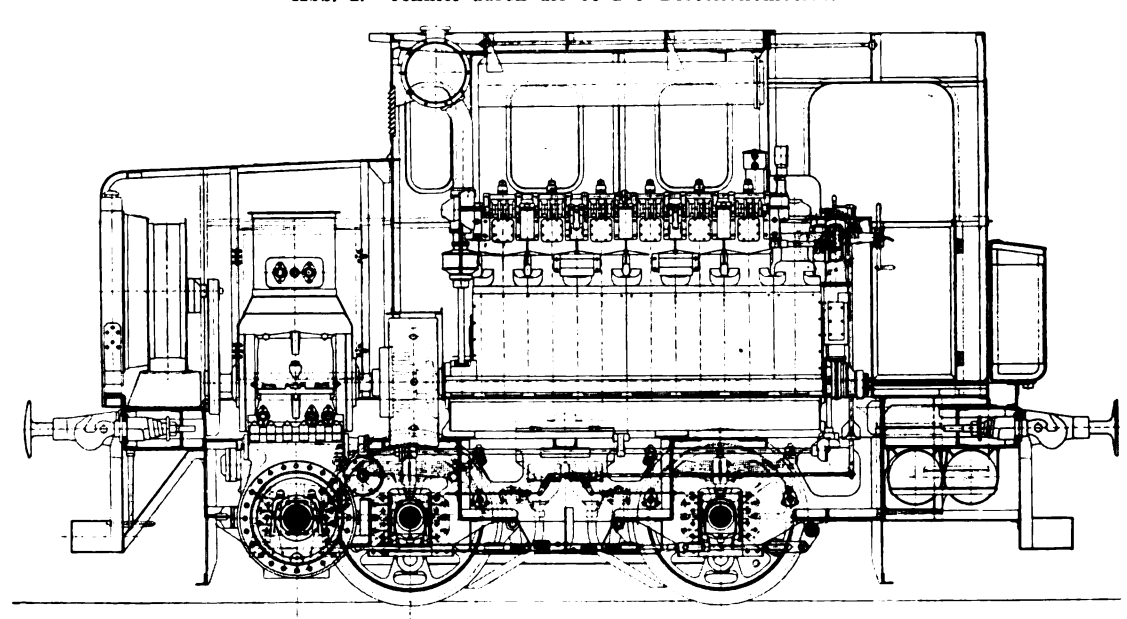
begannen die Versuche in Tottenham, da die Lokomotive von Angel Road (Edmonton), wo sie hinterstellt war, unbeladen nach Tottenham fuhr, um erst hier mit dem Versuchszuge verkuppelt zu werden.

Die Versuche wurden ausgeführt, um die Temperaturerhöhungen des Getriebeöles und den möglicherweise eintretenden Verlust an letzterem, den Brennstoffverbrauch, die Kühlwassertemperaturen, sowie die allgemeine Verläfslichkeit der Lokomotive und des Getriebes bei dauernd schwerer Belastung festzustellen. Der Zug war gemäfs folgender Übersicht zusammengestellt.

liegt, die für ein gutes Schmieröl gestattet sind. Die höchste erreichte Kühlwassertemperatur war 53,2° C.

Der Gesamtverbrauch an Brennstoff für die Hin- und Rückfahrt war 115,9 l, nach Abzug des bei Leerlauf verbrauchten Öles 106,4 l. Für die mit 225 Umdrehungen in der Minute leer laufende Maschine betrug der Verbrauch 6,9 l pro Stunde. Die Brennstoffkosten pro km befahrener Strecke, Verschiebungen eingerechnet, betrugen bei einer Streckenlänge von 168,945 km 1,9 d (9,3 Pf.) bei einem Ölpreis von $8^1/_2$ d/Gallon (ca. 14,7 Pf. für 1 l).

Abb. 2. Schnitt durch die 60 PS-Diesellokomotive.



Übersicht 1.

Wagen Nr.	Type	Gewicht Tonnen	
250	Durchgangswagen III. Kl. . .	26,65	Gesamt-
601	„ „ „ . .	26,65	gewicht
774	„ I. u. III. Kl.	26,40	rund
224	Bremswagen III. Kl.	12,80	$92^1/_2$ Tonnen

Das Gesamtgewicht der Lokomotive samt Zug war $112^1/_2$ t. Es machte den Eindruck, dafs diese Belastung noch innerhalb der Leistungsgrenzen der Dieselmaschine lag, da sich Schwierigkeiten weder beim Anfahren noch in den Kurven und Steigungen zeigten. Die Dieselmaschine wurde mit geringen Ausnahmen mit 350 Umdrehungen in der Minute betrieben, welche Umdrehungszahl von der Grazer Waggonfabrik als die höchstzulässige angegeben war.

In einem Gefälle von 1 : 180 konnte das Getriebe in die Leergangstellung gebracht werden und der Zug ohne Antriebskraft fahren. In stärkeren Gefällen konnte hierdurch eine Geschwindigkeit von 40,25 km/Std. erreicht werden. Diese Zunahme der Geschwindigkeit bei Talfahrt mit leerlaufender Dieselmaschine bewirkte eine etwas gröfsere Durchschnittsgeschwindigkeit, als sie erhalten worden wäre, wenn die Maschine zugeschaltet gewesen wäre und vermindert den Einflufs der langsameren Fahrten mit kleiner Übersetzung auf die Durchschnittsgeschwindigkeit. Übersetzungswechsel waren notwendig bei nachstehend angegebenen Steigungen, wobei die zugehörigen Zug-

Übersicht 2.

Getriebeübersetzung	Steigung	Geschwindigkeit
Zweite	1 : 136	Geschätzt 11 km/Std.
Erste (oder kleine Übersetzung) .	1 : 101	„ 4,4 „

geschwindigkeiten angeführt sind. Die Temperatursteigerung des Öles bei Talfahrt war 20° C, wobei die höchste Temperatur 42,2° C betrug. Die Viskosität des Öles bei dieser Temperatur war im Verhältnis von 4 : 1 niedriger als vorher, was innerhalb der Grenzen

Die Dieselmaschine lief während der ganzen Versuchsfahrt gut und erforderte aufser der zeitweiligen Schmierung keine besondere Aufmerksamkeit. Der Versuch erwies die geringen Betriebskosten einer solchen Lokomotive und ebenso die praktische Brauchbarkeit des hydraulischen Getriebes für Lokomotivzwecke.

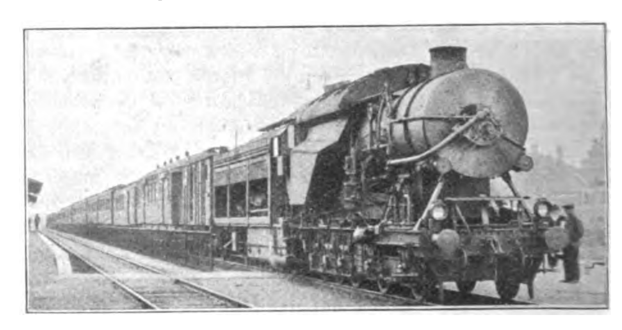
Betriebserfahrungen mit der Turbolokomotive, Bauart Ljungström.

Hierzu Tafel 37.

Über Betriebserfahrungen mit der Turbolokomotive der Bauart Ljungström bei den schwedischen Staatsbahnen wird uns folgendes mitgeteilt.

Die Ljungström-Lokomotive wird zur Beförderung des fahrplanmäfsigen Tag-D-Zugs zwischen Gothenburg und Stockholm verwendet.

Ljungström-Turbinenlokomotive.



Diese Strecke ist 459 km lang und führt, wie aus dem Schaubild (Abb. 1, Taf. 37) ersichtlich, durch bergiges Gelände. Da die D-Züge auf dieser Strecke gewöhnlich mit Lokomotiven mit Kolbenmaschinenantrieb gefahren werden, kommen nicht weniger als drei solcher Lokomotiven in Teilstrecken zur Verwendung. Der Lokomotivenwechsel findet statt in Falköping—Ranten und Hallsberg. Wird dagegen die Turbinenlokomotive verwendet, so fährt der Zug ohne Lokomotivwechsel von Gothenburg nach Stockholm durch, wobei nur die gewöhnlichen Aufenthalte in den Zwischenstationen gemacht werden. Der auf der Anfangsstation eingenommene

Kohlen- und Wasservorrat reicht ohne Ergänzung leicht für die ganze Strecke aus. Der Wasserverbrauch betrug nämlich nur 2 cbm, während die gewöhnlichen Lokomotiven auf dieser Strecke nicht weniger als 45 cbm verbrauchen. Die Bedeutung der Ljungström-Turbinenlokomotive für wasserarme Gegenden dürfte wohl offenbar sein. Da noch dazu der Brennstoffverbrauch gegenüber demjenigen der gewöhnlichen Lokomotiven nur ungefähr 50% beträgt, steht die Wirtschaftlichkeit der Ljungström-Lokomotive weit über der Kolbenlokomotive.

Die Abb. 2, Taf. 37, veranschaulicht das Aussehen eines neuen Entwurfs einer Turbinenlokomotive. wie sie sich für die Rechnung der schwedischen Staatsbahnen zur Zeit im Bau befindet. Abb. 3, Taf. 37, zeigt eine für England bestellte und jetzt im Bau begriffene Turbinenlokomotive. Bei einem Vergleich dieser Abbildungen mit dem Aussehen der ertsen Ljungström-Lokomotive fällt sofort ein bedeutender Unterschied in der Ausführung der Rauchkammer und der Stirnseite des Kesselwagens auf. Wie ersichtlich, ist bei den neuen Lokomotiven der alte Luftvorwärmer durch den bereits bekannten Luftvorwärmer mit Drehbewegung ersetzt, welcher sich durch seine zylindrische Form dem Lokomotivkessel anpaſst und gewissermaſsen eine Fortsetzung desselben bildet. Durch diesen Luftvorwärmer werden über 55% der Rauchgaswärme wiedergewonnen, so daſs er zusammen mit der Turbine und dem Kondensator ein technisches Gebilde höchsten wärmewirtschaftlichen Erfolges darstellt.

Eine andere interessante Versuchsfahrt fand auf der Strecke Katrineholm—Stockholm statt, wo die Turbinenlokomotive als Güterzuglokomotive Verwendung fand. In der Abb. 4, Taf. 37 ist die erzielte Zugkraft und Leistung der Lokomotive, sowie die erreichte Zuggeschwindigkeit angegeben. Besonders bemerkenswert ist die groſse Anfahrzugkraft der Turbinenlokomotive, welche nahezu 15000 kg betrug, während bei den entsprechenden Schnellzuglokomotiven der schwedischen Staatsbahnen nur ungefähr 9000 kg erreicht werden.

Die Hauptmaſse der neuen Entwürfe sind:

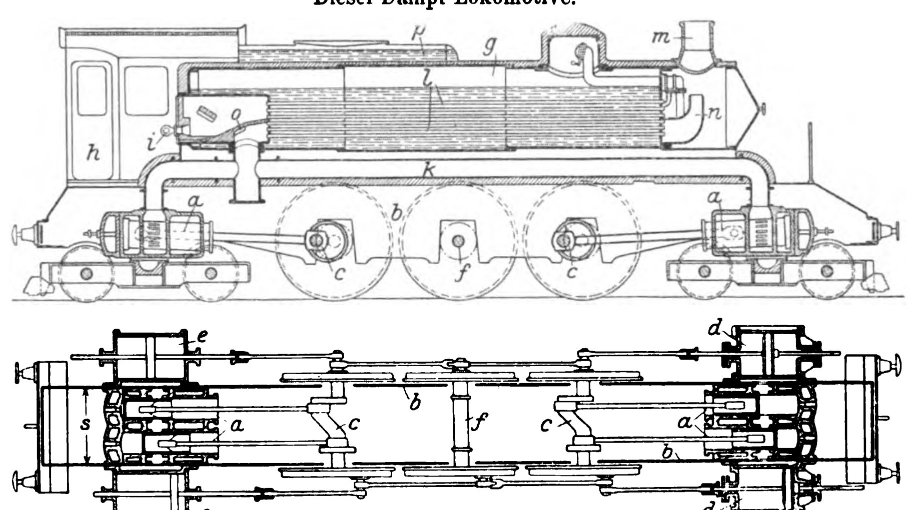
	Turbinenlokomotive nach Abb. 2, Taf. 37	Turbinenlokomotive Abb. 3, Taf. 37 (im Bau)
Kesseldruck	20 at	nicht angegeben
Durchmesser der Treibräder	1530 mm	1600 mm
Rostfläche	3,1 qm	3,25 qm
Heizfläche der Feuerbüchse	11.8 "	13,5 "
" " Heizrohre	110,0 "	154,2 "
" des Überhitzers	73,0 "	57,1 "
" insgesamt	194,8 "	224,8 "
" des Luftvorwärmers	800 "	1347 "
Kühlfläche des Kondensators	1200 "	1254 "
Dienstgewicht	142,8 t	142,25 t
Reibungsgewicht	49,5 "	56,5 "
Kohlenvorrat	8 "	6,5 "
Höchstleistung am Treibradumfang	1800 PS	2000 PS
Zugkraft	14 800 kg	17 200 kg
Höchstgeschwindigkeit etwa	90 km/Std.	112 km/Std.

Diesel-Dampf-Lokomotive.

(Les chemins de fer et les tramways 1924, Nr. 2.)

Die Quelle gibt einen neuartigen Entwurf für eine Diesel-Dampf-Lokomotive wieder, der in der Schweiz ausgearbeitet wurde und in der Abbildung dargestellt ist. Abweichend von der üblichen Ausführung hat hier der Kessel g keine eigentliche Feuerbüchse mit Rost. Er ruht indessen, wie üblich, auf dem Rahmen b und auch die Bedienungsmannschaft steht, wie sonst, hinter dem Kessel im Führerhaus h. Durch den Brenner i kann die obere Gruppe der Heizrohre mit Öl aus dem Behälter p beheizt werden, aber in der Regel sollen zur Heizung die durch das Rohr k zuströmenden Abgase der Verbrennungszylinder genügen. Diese durchströmen nur die untere Heizrohrgruppe und münden ebenso wie der Abdampf in einem Blasrohr n, damit stets der erforderliche Zug für die Heizölfeuerung vorhanden ist Nötigenfalls soll hierzu noch ein Ventilator mitwirken. Vorn und hinten liegen zwischen den Rahmen je zwei Verbrennungszylinder a. die auf die vordere und hintere Kropfachse c wirken. Das Öl flieſst diesen Zylindern aus dem auf dem Kessel liegenden

Diesel-Dampf-Lokomotive.



Behälter p ohne Zuhilfenahme einer Pumpe unmittelbar zu. Der im Kessel erzeugte Dampf wird in den auſsen liegenden Dampfzylindern d am vorderen Maschinenende ausgenützt. Symmetrisch zu diesen liegen am hinteren Ende der Lokomotive zwei Zylinder e, die zur Erzeugung der Spülluft dienen sollen. Die Kurbeln von je zwei zusammengehörigen Zylindern sind um 90° versetzt und die hin- und hergehenden Massen überall möglichst gleich gehalten, um einen guten Ausgleich zu erzielen. Der Entwurf soll nach der Quelle den besonderen Vorteil haben, daſs die Verbrennungszylinder gut zugänglich seien, scheint jedoch eher die gegenteilige Ansicht zu rechtfertigen. Auch ist es sehr zweifelhaft, ob die Verbrennungsabgase zur Erzeugung der in der Regel erforderlichen Dampfmenge ausreichen werden. Trotz vieler Mängel, die ihm zweifellos anhaften. ist aber der Entwurf bemerkenswert, weil er die Lösung des Problems der Diesellokomotive auf einem neuen Weg sucht, indem er die Vorteile der Dampfmaschine und des Dieselmotors zu verbinden trachtet. Denselben Weg hat man ja auch schon in England beschritten, wo z. Zt. eine Stillokomotive*) entworfen wird.

R. D.

Gelenkpersonenwagen Bauart Jakobs.

(Glasers Annalen 1924, vom 1. Juli).

In einem ausführlichen Aufsatz behandelt Regierungsbaurat Speer die erstmals in Deutschland nach den Vorschlägen des Baurats Jakobs gebauten Personenwagen. Es werden die Fehler der Drehgestellwagen gewöhnlicher Bauart aufgeführt und als Anlaſs angegeben zu dem im Jahre 1901 von dem damaligen Direktor der Waggonfabrik Rastatt, dem Kgl. Eisenbahnbauinspektor Baurat Jakobs aufgestellten Entwurf; das deutsche Reichspatent für diese Erfindung wurde noch in demselben Jahre erteilt.

Bei dem ersten Entwurf ist der Gelenkpersonenwagen aus drei Teilen zusammengesetzt. Die beiden Auſsenenden der Einheit weichen nicht von der gewöhnlichen Personenwagenbauart ab, wohl aber die Innenenden der einzelnen Wagenklassen. Diese haben ein gemeinsames Drehgestell Jakobsscher Bauart mit einem unbelasteten Drehzapfen, dessen eigenartige Ausführung dem Wagen ein gutes Anpassen an die Gleislage ermöglicht und der eine genügende Festlegung des Mittelpunktes des Drehgestelles zu den Schnittpunkten der Mittellinien der einzelnen Wagenkasten bewirkt.

Die durch diese Bauart eingetretene Verkürzung des Wagenzuges bei gleicher Plätzezahl ergibt nicht allein den Vorteil eines geringeren Gewichtes, sondern gleichzeitig auch den einer geringeren Breitenbeschränkung, da der Ausschlag der um den Drehzapfen wagrecht sich bewegenden Kastenenden geringer wird. Dieser

*) Organ 1924, Heft 2.

Vorteil wird durch die Gegenüberstellung zweier Einheits-D-Zugwagen (I) und eines entsprechenden Doppelgelenkwagens (II) klar ersichtlich:

	I.	II.
Ganze Länge	41,220 m	33,790 m
Kastenlänge	38,620 „	32,110 „
Anzahl Drehgestelle	4	3
Kastenlänge auf 1 Drehgestell	9,655 m	10,703 m
Gewicht der Drehgestelle	26.000 t	19.500 t
Drehgestellgewicht/1 m Kastenlänge	0,673 t	0,606 t

Durch diese allein am Drehgestellgewicht ersparten 67 kg und durch den Fortfall von Zug- und Stofsvorrichtungen, sowie durch eine leichtere Ausbildung der Stirnwände, Übergangseinrichtungen und der kürzeren Überhänge ergibt sich zugunsten der Jakobsschen Bauart eine Gewichtsverminderung auf 1 m Kastenlänge von 6 v. H. die sich bei ausreichender Vermehrung der Kasten auf 15 v. H., steigern läfst.

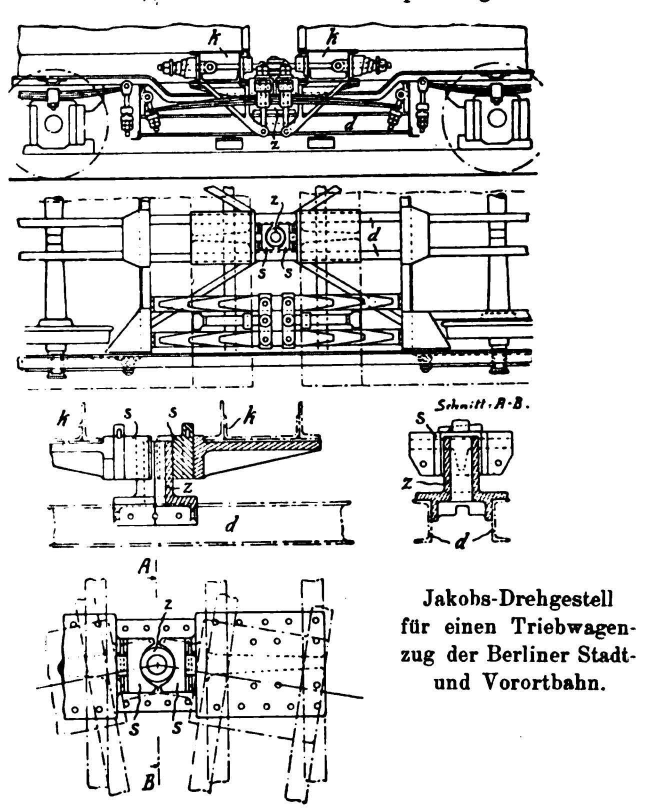
Dieses letztere Verhältnis ist beispielsweise auf der Londoner Nordostbahn, wo bereits seit einigen Jahren, ebenso wie auf der englischen Nordbahn und in Frankreich, Gelenkwagen mit anerkannten Erfolgen laufen, nicht nur erreicht, sondern um ein Geringes schon überschritten worden.

Die im Auslande festgestellten günstigen Erfahrungen legten den Versuch zur Verwendung der Gelenkwagen auf der Berliner Stadt- und Vorortbahn nahe. Bevor man dieser Absicht näher trat, hatte man bei der in Aussicht genommenen Einführung des elektrischen Betriebes auf diesen Strecken Triebwagenzüge von rund 140 m Länge, bestehend aus zwei gleichen Einheiten von je 70 m Länge, geplant. Aus mancherlei Gründen ging man jedoch von diesem Plane ab und wendete sich der Benutzung der Jakobsschen Gelenkwagen zu. Die Waggon- und Maschinenbau-A.-G. Görlitz erhielt einen entsprechenden Auftrag. Unter Mitwirkung des Baurats Jakobs hat sie dann zunächst ein Versuchswagenpaar, einen Doppelwagen mit drei Drehgestellen, ausgeführt. Die hiermit angestellten Probefahrten waren so günstig, dafs nunmehr sofort der ganze beabsichtigte Triebwagenzug hergestellt wurde. Da auch die mit diesem Zuge vorgenommenen Probefahrten vollauf befriedigten, so wurde er schon kurz darauf (Ende 1923) auf der Berliner Stadtbahn in Betrieb genommen und bewährte sich daselbst unter den bekannten schwierigen Verkehrsverhältnissen auf das beste. Die elektrische Einrichtung war jedoch vorläufig nicht eingebaut worden; es wurden daher die Probefahrten, sowie auch der spätere Betrieb auf der Berliner Stadtbahn, mit Dampflokomotiven ausgeführt. Bei diesem Triebwagenzuge, bestehend aus zwei gleichen Halbzügen, beträgt die

ganze Länge	2 × 70 m = 140,000 m
Drehzapfenabstand	12,450 „
Achsstand: Jakobs-Drehgestelle	3,500 „
Enddrehgestelle	2,500 „
Kastenlänge: Mittelwagen	12,070 „
Endwagen	15,360 „
Lichter Abstand der Stirnwände zwischen Mittelwagen	0,380 „
zwischen Endwagen	2 × 0,650 = 1,300 „
Raddurchmesser: Enddrehgestelle	1,000 „
Jakobs-Drehgestelle	0.850 „
Gewicht des ganzen Zuges	218,5 t

Die Jakobs-Drehgestelle sind bei diesem Zuge im allgemeinen so ausgeführt worden, wie sie s. Zt. von Jakobs angegeben worden sind. Der Drehzapfen hat lediglich mit Rücksicht auf seine sehr sorgfältige und bei dem Massenschnellverkehr erschwerte Schmierung eine Umänderung erfahren, indem an seine Stelle die auf der Berliner Stadtbahn in Betrieb befindliche und bewährte Regelkurzkupplung mit angepafster Abänderung verwendet wurde.

Sie ist aus nachstehender Abbildung, die ein Jakobs-Drehgestell für den betreffenden Triebwagenzug darstellt, ersichtlich. Aus dem halbzylindrischen Stofspuffer der Regelkurzkupplung ist der vollzylindrische Hohlzapfen z, auf den inneren Längsstreben d befestigt, aus der einen halbrunden sind zwei den Zapfen z umschliefsende, halbrunde Pfannen s, an den Kopfstücken k der Wagenkästen angebracht, geworden. Die erforderliche, geringe, freie Beweglichkeit dieser Teile gegen einander bei Neigungswechsel, Durchbiegung der Federn, mangelhafter Gleislage usw. ist genügend gewährleistet durch das Balligdrehen des Zapfens z. Die mit starken Federn versehene Zugstange liegt über dem Drehzapfen z und überträgt die Zugkraft auf dieselben Kopfstücke k, an denen die Pfannen s befestigt sind. Ein Abkommen der Pfannen vom Zapfen ist bei dieser Bauart nur in geringem Grade angängig; etwa dabei auftretenden Stöfsen ist der stark bemessene Zapfen z gewachsen.



Jakobs-Drehgestell für einen Triebwagenzug der Berliner Stadt- und Vorortbahn.

Der weiteren Einführung der Gelenkwagen haben sich nun durch dringend gewordene Verkleinerung auf halbe Leistung und infolgedessen notwendige Verdoppelung der Elektromotoren aus wirtschaftlichen Gründen Schwierigkeiten entgegengestellt, die vielleicht eine Verwendung der gewöhnlichen Drehgestellwagen nach sich ziehen werden.

Die Hamburger Stadtbahn hingegen hat eine Beschaffung von Wagen nach Jakobsscher Bauart vor.

Die z. Zt. dort in Gebrauch befindlichen etwa 30 m langen Doppelwagen mit einem Elektromotor-Drehgestell an jedem äufsern, einer Lenkachse an jedem innern Ende und mit Regelkurzkupplung der Berliner Stadtbahn haben sich nicht bewährt. Sie laufen unruhig und hart, wohl in der Hauptsache infolge der grofsen Überhänge, die wegen der Lastenverteilung notwendig waren, und wegen der ungünstigen Achsenanordnung.

Durch den günstigen Ausfall der Berliner Probefahrten hat sich auch diese Stadtbahn zur Beschaffung von Jakobsschen Gelenkwagen entschlossen und bereits 35 Doppelgelenkwagen bei der schon genannten Firma in Görlitz für die Strecke Blankenese—Ohlsdorf bestellt. Die Einheiten bestehen hierbei, wie früher, aus einem Trieb- und einem Beiwagen, die auch in derselben Weise kurzgekuppelt sind; sie laufen stets in dieser Zusammenstellung. Die verwendeten Jakobs-Drehgestelle sind von derselben Bauart wie die beim Berliner Triebwagenzug eingebauten, jedoch mit Raddurchmesser von 1,000 m. Eine wesentliche Gewichtsverminderung konnte bei dieser Anordnung nicht eintreten, der erreichte Hauptzweck war die Verbesserung des Laufes. Es beträgt

ganze Länge	30,000 m
Drehzapfenabstand: Triebwagen	11,412 „
Beiwagen	11,850 „
Achsstand: Jakobs-Drehgestell	3,500 „
Enddrehgestell	2,500 „
Kastenlänge: Triebwagen / Beiwagen	14,158 „

Von den weiter angegebenen Entwürfen der Wumag-Görlitz sei nur kurz erwähnt, dafs einer für einen Jakobs-Gelenkwagen 3. Klasse und einer für einen solchen 1./2. Klasse für D-Züge vorliegt, dafs aber über die Ausführung noch nichts bekannt ist.

Aufser den bereits im Vorstehenden berichteten Vorteilen der Gelenkwagen gegenüber den gewöhnlichen, die kurz zusammengefafst in dem kleineren Gewicht und der kleineren Länge, der geringeren Breitenbeschränkung, der geringeren Anzahl an Zug- und Stofsapparaten, der leichteren Bauweise der Zwischenstirnwände und Übergangseinrichtungen, der fehlenden Übergänge an den Kurzkupplungsenden und in dem ruhigeren Lauf bestehen, sei noch besonders auf folgende hingewiesen:

Da der Wagenfufsboden auf 1000 mm über S. O. liegt, die Bahnsteige 760 mm hoch sind, ist eine Zwischentrittstufe entbehrlich; deshalb läfst sich, da nur Schiebetüren vorhanden sind, die Breite der Wagen bis zur Umgrenzungslinie ausführen. Der Achsstand der Drehgestelle kann, da ihr Drehpunkt mit dem Kupplungspunkt zusammenfällt, beliebig grofs gemacht und dadurch ein ruhigerer Lauf bewirkt werden. Die Beanspruchung ihrer Längsrahmen ist günstiger, da die Last nicht in der Mitte vom Drehzapfen, sondern durch die Federn und die Querträger in der Nähe der Aufhängepunkte der Achsbüchsfedern auf die Längsrahmen übertragen wird.

Das Bremsgestänge wird durch die Unterbringung der Bremszylinder (Kunze-Knorr) im Drehgestell sehr kurz, einfach, leicht und billig.

Von den Schattenseiten der Jakobsschen Gelenkwagen dürften die Schwierigkeiten bei der Unterhaltung in den Ausbesserungs-Werkstätten nicht besonders ins Gewicht fallen, da sich in diesen wenn nötig leicht geeignete Hilfsmittel und Bauten herstellen liefsen. Das Aussetzen eines Teiles des Zuges beim Heifslaufen einer Achse dürfte sich schon weit ungünstiger gestalten, doch ist in anbetracht der wesentlich verbesserten Schmierung heute mit keiner allzu häufigen Störung in dieser Beziehung zu rechnen. Auch die Erschwernisse beim Aufgleisen werden sich durch Vorhalten besonderer Einrichtungen beschränken lassen. Eine wesentliche Schwierigkeit wird aber immerhin bei der je nach Umständen erforderlich werdenden Vergröfserung oder Verkleinerung des Zuges auf den verschiedenen Stationen bestehen bleiben. B. E. Eck.

Werkstätten, Stoffwesen.

Das Wesen der Eisenkohlenstofflegierungen.

In den „Richtlinien für den Werkstättebetrieb“, die die D. R. B. (Eisenbahnzentralamt) in zwangloser Folge von Heften herausgibt, um die Werkstättearbeit zu fördern und Fortschritte und Verbesserungen rasch zum Gemeingut zu machen, ist als Heft 5 eine Abhandlung über das Wesen der Eisenkohlenstofflegierungen, die auf Grund von Vorträgen von Regierungs- und Baurat Füchse, und Regierungsbaurat Dr. Ing. Kühnel ausgearbeitet ist. Die Arbeit ist dazu bestimmt, das Werkstattpersonal besonders derjenigen Abteilungen, die mit der Formgebung und Feuerbehandlung des für die Fahrzeuge wichtigsten Werkstoffes, Eisen, zu tun haben, als Giefserei, Schmiede, Werkzeugmacherei, Schweifserei, in knapper Darstellung mit den wissenschaftlichen Grundlagen der bei der Werkstattarbeit sich abspielenden Vorgänge vertraut zu machen. Den Schlüssel zu ihrem Verständnis gibt die Betrachtung des Kleingefüges, besonders der Veränderung der Kristallbildung unter dem Einflufs der Wärmezufuhr und Wärmeabfuhr. In 22 Abbildungen, die leicht auf Wandtafeln aufgezogen werden können, sind die Schaulinien der Kristallisationsvorgänge in Beziehung zur Temperatur und die wichtigsten Gefügebilder des schmiedbaren Eisens und Gufseisens wiedergegeben. Lehr- und Handbücher der Fachgelehrten behandeln wohl den Stoff in breiterer Ausführlichkeit, aber nur einzelne Betriebsleiter kennen sie. Weitere Werkstattkreise, für die der Stoff weder auf Hoch- noch Fachschulen bisher Prüfungsgegenstand war, sollen auf dem Wege einer kurzen Unterrichtung über die Zusammenhänge bei der Stoffverarbeitung auf das wirtschaftliche Ziel, aus einer gegebenen Werkstoffmenge das höchste ihrer Stoffleistungsfähigkeit herauszuholen, den Ausschufs der Fertigung auf das erreichbare Mindestmafs zu bringen, hingelenkt werden. Nicht nur die Werkstätten der Deutschen Reichsbahn, deren Unterrichtswagen ja die Aufgabe erhalten haben, die Kenntnisse des Werkstattpersonals in seinem Arbeitsgebiet zu vertiefen, sondern auch Werkstätten verwandter Betriebe und des allgemeinen Maschinenbaues, welche Werkschulunterricht eingerichtet haben, werden von der vorliegenden Arbeit Nutzen ziehen.

Die Abhandlung ist auch in der Zeitschrift „Das Eisenbahnwerk“ erschienen und kann vom Verlag, Berlin W 57, auch als Sonderabdruck bezogen werden.

Neue Lokomotivnormen.

Ausser den in Heft 9 vom 15. September 1923, Seite 181 und 182 veröffentlichten Lonormen sind inzwischen folgende weiteren Lonormen erschienen:

LON 6 Zeichnungen, Formate, Mafsstäbe,
„ 211 Gelenkbänder, Zusammenstellung,
„ 212 „ Einzelteile,
„ 217 Vorstecker,
„ 231 Schmierlöcher und Schmiernuten,
„ 234 Ausfräsungen für Getriebeteile,
„ 2031 Hinterkessel, Blechstärken, Kümpelhalbmesser und Bordhöhe, Bodenring,
„ 2032 Bodenringecke für 70×90 mm Bodenringquerschnitt, Kesseldurchmesser über 1200 mm und kupferne Feuerbüchse,
„ 2033 Bodenringecke für 70×90 mm Bodenringquerschnitt, Kesseldurchmesser über 1200 mm und flufseiserne Feuerbüchse,
LON 2034 Verstärkte Bodenringecke für 70×90/60 mm Bodenringquerschnitt, Kesseldurchmesser über 1200 mm und kupferne und flufseiserne Feuerbüchse,
„ 2035 Verstärkte Bodenringecke für 70×90/60 mm Bodenringquerschnitt, Kesseldurchmesser von 900–1200 mm und kupferne und flufseiserne Feuerbüchse,
„ 2036 Bodenringecke für 70×90 mm Bodenringquerschnitt, Kesseldurchmesser von 900–1200 mm und kupferne und flufseiserne Feuerbüchse,
„ 2037 Bodenringecke für 55×60 mm Bodenringquerschnitt, Kesseldurchmesser unter 900 mm und kupferne und flufseiserne Feuerbüchse,
„ 2039 Nietverbindung für Feuerbüchsdecke und Rohrwand,
„ 2061 Beiblatt: Stehbolzenberechnung,
„ 2131 Kleine Waschluke mit Lukenfutter an den Stehkesselecken,
„ 2132 Kleine Waschluke ohne Lukenfutter an den ebenen Stehkesselwänden und Rauchkammerrohrwand,
„ 2133 Kleine Waschluke mit Lukenfutter an den ebenen Stehkesselwänden und Rauchkammerrohrwand,
„ 2135 Grofse Waschluke,
„ 2136 Grofse Waschluken für Klein- und Industriebahnlokomotiven,
„ 2137 Reinigungsschraube,
„ 4301 Achslagerschalen für 85–140 mm Achsschenkel,
„ 4302 „ „ 130–280 „ „
„ 4303 „ „ 180–300 „ „
„ 5325 Treib- und Kuppelstangen-Lagerschalen mit Weifsmetallausgufs für 50 80 mm Lagerdurchmesser. Anzug durch Schraubenstellkeil,
„ 5326 Treib- und Kuppelstangen-Lagerschalen mit Weifsmetallausgufs für 85 210 mm Lagerdurchmesser. Anzug durch Schraubenstellkeil,
„ 6010 Handstange mit Befestigung durch Sechskantmutter,
„ 6011 Handstangenstütze mit Befestigung durch Sechskantmutter, Verschlufspfropfen für Handstangenrohre,
„ 6012 Handstangenstütze mit Flanschbefestigung,
„ 6013 Unterlage für Handstangenstützen,
„ 6019 Haken zum Abheben des Führerhauses und der Wasserkästen,
„ 8001 Rohrflanschverbindnng für Grofsrohrüberhitzer durch Flansch mit Ansätzen,
„ 8002 Rohrflanschverbindung für Grofsrohrüberhitzer durch glatten Flansch.

Ausserdem sind erschienen:

Lonormtafel 1 Einheitliche Benennungen, Gruppe Kessel
„ 2 „ „ „ Steuerung (Heusing)
„ 3 „ „ „ Stopfbüchsen.

Die Abgabe der Lonormen erfolgt zu nachstehenden Preisen:

Lon 1	für das Stück	2.— Goldmark
„ 2	„ „ „	3.50 „
„ 3	„ „ „	2.— „
„ 2 u. 3	„ „ „	3.50 „
„ 7	„ „ „	2.— „
„ 2 K		1.50 „
„ 4, 5, 10 usw.	„	0.40 „
Lonormtafel 1, 2 und 3	das Stück	0.10 „

Bei Bezug von 6—10 Stück derselben Nummer 10 v. H. Nachlafs
" " " 11—20 " " " 20 v. H. "
" " " 21—50 " " " 30 v. H. "
" " " über 50 " " " 40 v. H. "

Bestellungen sind zu richten an:

Hanomag für ELNA, Hannover-Linden, Postfach 55.

Zahlungen erbeten nur an „Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vormals Georgs Egestorff, Hannover-Linden" auf deren Konto bei der Hannoverschen Bank, Filiale der Deutschen Bank, oder auf Postscheckkonto Nr 1480 Amt Hannover mit der gleichzeitigen Angabe, dafs der Betrag für ELNA zu verwenden ist.

In der Anschrift von Postanweisungen, Postschecküberweisen usw. ist das Wort „ELNA" zu vermeiden.

Preisausschreiben

der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Erlangung eines Spannungs- und eines Schwingungsmessers für die Bestimmung der dynamischen Beanspruchung eiserner Brücken.

Die bis in die neueste Zeit gebauten Apparate zur Messung und Aufzeichnung von Schwingungen die an eisernen Brücken durch dynamische Beanspruchung hervorgerufen werden, entsprechen noch immer nicht den an solche Apparate zu stellenden Anforderungen. Der Grund hierfür liegt einerseits darin, dafs die zu messenden kleinen Bewegungen (Mefsgenauigkeit etwa $^1/_{1000}$ mm) stark vergröfsert, aber unverzerrt als Diagramme aufgezeichnet werden müssen, andererseits dürfte er darin zu suchen sein, dafs die meisten Hersteller solcher Mefsgeräte mit der Mefsaufgabe und den Begleitumständen nicht genügend vertraut zu sein scheinen.

Aus dem Schrifttum, das sich mit dieser Aufgabe befafst, seien folgende Veröffentlichungen besonders erwähnt:

1. Melan: Über dynamische Wirkung bewegter Lasten auf Brücken. Z. österreich. Ing. u. Arch.-Verein 1893, S. 293.

2. Zimmermann: Die Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last. Zentralblatt der Bauverwaltung 1896, S. 264 ff.

3. Bühler: Darstellung und Kritik der in der Literatur vorliegenden Untersuchungen über Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last. Glasers Annalen 1909, Bd 65.

4. a) American railway Engineering and Maintenance of Way Association. Bulletin Nr. 125, Juli 1910.
   b) Eisenbau 1910, S. 290.

5. Hawranek: Schwingungen von Brücken. Eisenbau 1914, S. 221.

6. a) Ministry of Transport. Tests on Railway Bridges in Respect of Impact Effect. London 1921. The Railway Engineer 1921, S. 325 und 369.
   b) Bauingenieur 1922, S. 33. Die englischen Versuche über Stofswirkungen von Dr. Ing. G. Müller

7. Saller: Einflufs bewegter Lasten auf Eisenbahnoberbau und Brücken. 1921. Wiesbaden, C. W. Kreidels Verlag.

8. Geiger: Mechanische Schwingungsvorgänge und deren mefstechnische Untersuchungen. Maschinenbau. Gestaltung 1922 vom 12. August.

9. Schweizerische Bauzeitung 1923, Heft 1.

10. Geiger: Dynamische Untersuchungen von Brücken. Bauingenieur 1924, Heft 19.

11. Engineering vom 21. März 1924: Einflufs von Stöfsen und bewegter Lasten auf Schwingungen von Brückenträgern.

12. Hülsenkamp: Welche Anforderungen sind an Mefsgeräte für die Ermittelung der dynamischen Wirkungen an eisernen Brücken zu stellen? Bautechnik 1924, Heft 51.

Die deutsche Reichsbahn-Gesellschaft veranstaltet daher einen Wettbewerb zur Erlangung von naturgrofsen, betriebsfähigen Modellen je eines Spannungs- und eines Schwingungsmessers, die hinsichtlich des dynamischen Verhaltens der eisernen Brücken richtige Angaben machen. Beide Apparate können auch in ein Gerät vereinigt werden, so dafs gewissermafsen ein Universalapparat entstände, mit dem sowohl Schwingungen als auch Spannungen gemessen werden können. Indessen wird auf eine solche Vereinigung kein Wert gelegt, da beide Apparate zugleich gebraucht werden und die Handlichkeit dadurch leiden könnte.

Dem Preisgericht, bestehend aus den Herren
Wirkl. Geh. Oberbaurat Dr. Ing. Dr. Zimmermann,
Professor Dr. Ing. Gehler,
Oberregierungsbaurat Dr. Ing. Saller,
Brückeningenieur der Schweizerischen Bundesbahnen Bühler,
Regierungsbaurat Hülsenkamp,
steht eine Summe von 33000 *M* zur Verfügung, aus denen für die vom Preisgericht als geeignetste Apparate anerkannten Spannungs- und Schwingungsmesser je 3 Preise ausgesetzt werden.

1. Preis für Spannungsmesser . . .	8000 *M*.
2. " " " . . .	6000 "
3. " " " . . .	4000 "
1. Preis für Schwingungsmesser . .	7000 "
2. " " " . . .	5000 "
3. " " " . . .	3000 "

Die preisgekrönten Apparate bleiben mit allen Rechten Eigentum der Erfinder. Die Apparate sind bis zum 1. Juni 1925 dem Eisenbahn-Zentralamt Berlin, Hallesches Ufer 35 mit äufserlich als „Wettbewerb für Spannungs- und Schwingungsmesser für eiserne Brücken" gekennzeichneten Begleitschreiben einzusenden.

Zur Wegleitung sollen folgende Bedingungen dienen, denen die Apparate zu dienen haben:

A. Spannungsmesser.

Der Spannungsmesser soll mit einer Registriervorrichtung versehen sein, die mindestens 200 Spannungsschwingungen in der Sekunde aufzeichnen kann. Dies bedingt in erster Linie, dafs kein Teil des Apparates, also auch des die Diagramme aufzeichnenden Teils, in irgendwelcher Hinsicht eine Eigenschwingungszahl haben darf, die niedriger ist als der vierfache Wert der oben genannten Schwingungszahl. Die Eigenschwingungszahl der Geräteteile einzeln und zusammen arbeitend, darf also nicht kleiner sein als 800 Schwingungen in der Sekunde. Die Schreibvorrichtung mufs die Diagramme sozusagen reibungslos aufzeichnen können.

Auf den Diagrammen soll neben der Spannungs- oder Schwingungskurve eine sich nicht verändernde gerade Linie, die sogenannte Nullinie aufgezeichnet werden, die als Grundlinie für die Ausmessung der Diagramme dienen soll. Ferner soll eine Einrichtung vorhanden sein, die es ermöglicht, die Diagramme mit Zeitmarkierung zu versehen. Die Zeitmarkierung kann mit der Nullinie verbunden werden. Es soll aufserdem eine z. B. mit Elektromagneten versehene Markierungsvorrichtung angebracht sein, die gestattet, bestimmte Zeitpunkte auf dem Diagramm durch äufseren Stromschlufs festzuhalten, um Stellungen der fahrenden Last mit den Diagrammpunkten in Beziehung bringen zu können.

Die Übersetzung des Apparates soll veränderlich sein; bei kleinster Mefslänge und bei kleinster Übersetzung müssen am Diagramm Spannungsunterschiede von mindestens 20 kg/qcm festgestellt werden können. Bei gröfster Übersetzung und bei gröfster Mefslänge sollen am Diagramm dagegen Spannungsänderungen von 5 kg/qcm noch bestimmbar sein. Auch die Mefslänge soll nach Möglichkeit veränderlich sein, bei unveränderlicher Mefslänge soll diese nicht mehr als 20 cm betragen.

Die Diagrammbandbreite mufs so bemessen sein, dafs sowohl Zug- als auch Druckspannungen bis zu 2000 kg/qcm aufgezeichnet werden können (Gesamtmefsbereich 2000 kg/qcm). Die Diagramme sollen ohne vergröfsernde Hilfsmittel auswertbar sein. Der Ablauf des Diagrammbandes soll in den Grenzen zwischen 0,5 cm und 10 cm in der Sekunde veränderbar sein. Die Einschaltung des Uhrwerks soll fernbedienbar sein, damit mehrere Apparate gleichzeitig bedient werden können. Die Papiertrommel braucht nicht mehr als 20 m Papierstreifen zu fassen.

Die photographische Erzeugung von Diagrammen ist nicht erwünscht, da dadurch die praktische Verwendbarkeit stark beeinträchtigt wird, indem erst nach Beendigung der Messungen durch Entwickeln der Filme festgestellt werden kann, ob die aufgenommenen Diagramme den Anforderungen entsprechen oder ob die Versuche nochmals wiederholt werden müssen.

Die Befestigung des Apparates soll weder umständlich, noch zeitraubend sein und auch von weniger Geübten bewerkstelligt

werden können. Sie müssen durchaus fest und unverrückbar sein, so dafs der Apparat stärkste Erschütterungen ohne die geringste Lockerung ertragen kann. Die Anbringung des Apparates an der Mefsstelle mufs so geschehen, dafs die Mefslänge unzweideutig festliegt und die Mefsstrecke nicht beeinflufst wird. Die Apparate müssen sich an allen wagrechten, lotrechten und schrägen Brückengliedern und an allen hierzu verwendeten Formeisen anbringen lassen. Als kleinste Profile kommen hierbei U- und Doppel T-Eisen von 16 cm Aufsenhöhe und als gröfste Dicke von verstärkten Flanschen 10 cm in Frage. Der Spannungsmesser sollte, wenn irgend möglich, die Spannung einer wirklichen Querschnittsfaser und nicht die einer aufserhalb des Querschnitts liegenden ideellen Faser anzeigen. Die Verwendung einer Mefsstange oder dergleichen sollte also vermieden werden.

Alle beweglichen Teile sollten vor Staub, Schmutz, Regen und Wind möglichst geschützt angeordnet sein.

Im folgenden werden einige bestehende Apparate, die der Zeit der Erfindung nach geordnet sind, kurz beschrieben und ihre Vorzüge und Nachteile angegeben.

1. Spannungsmesser System Fränkel-Leuner.

Die Längenänderungen werden von einer Mefsstange durch Hebel- und Stahlbandgelenkübersetzung 150 fach vergröfsert und durch einen Anilinfarbstift auf Chrompapier aufgezeichnet.

Vorzüge: Ziemlich einfache Befestigungsart und Bedienung. Mefslänge veränderlich. Toter Gang durch Federgelenke möglichst aufgehoben.

Nachteile: Eigenschwingungszahl des schreibenden Teils viel zu gering. Spannungsmessung erfolgt in einer ideellen Faser. Kleinste Mefslänge mit 50 cm zu grofs. Papierablauf hat unveränderliche und zu kleine Geschwindigkeit. Reibung zwischen Schreibstift und Papier zu grofs.

Literatur: Zentralblatt der Bauverwaltung 1884. Deutsche Bauzeitung 1893 Heft 94, S. 576.

2. Spannungsmesser System Okhuizen.

Zweifaches Hebelgerät ohne Mefsstange, dessen Messingschreibstift die Bewegungen etwa 400 fach vergröfsert auf Chrompapier schreibt.

Vorzüge: Handliche Befestigungsart. Geringe Mefslänge. Toter Gang durch konische Gelenkhalter vermieden. Spannungsmessung erfolgt auf einer wirklichen Querschnittsfaser.

Nachteile: Eigenschwingungszahl zu gering. Papierablauf nur mit der Hand zu bewerkstelligen. Reibung zwischen Schreibstift und Papier zu grofs.

Literatur: Beschreibung von Apparaten zur Untersuchung von eisernen und massiven Bauwerken zusammengestellt vom Brückenbaubüro der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen.

3. Spannungsmesser System Mesnager.

Dreifaches Hebelgerät ohne Mefsstange, dessen Schreibstift die Bewegungen etwa 1000 fach vergröfsert und auf gewöhnliches Papier schreibt.

Vorzüge: Einfache Befestigungsart. Geringe Messlänge. (5 cm) Toter Gang durch Federgelenke vermieden. Spannungsmessung erfolgt in einer wirklichen Querschnittsfaser. Geringe Reibung zwischen Schreibvorrichtung und Papier.

Nachteile: Eigenschwingungszahl zwar höher als bei System zu 1. und 2. aber noch nicht hoch genug. Bei raschen Schwingungen wird die Tinte der Schreibvorrichtung herausgeschleudert. Kein fortlaufender Papierstreifen, daher zu begrenzter Raum für Diagramme. Apparat ist zu hoch, um in kleinen Profilen angebracht werden zu können.

Literatur: Annales des Ponts et Chaussées 1903. 1 Teil, 3 S. 212. Beschreibung von Apparaten zur Untersuchung von eisernen und massiven Bauwerken wie zu 2.

4. Spannungsmesser System Fereday-Palmer.

Röhrenförmiger mechanisch-optischer Apparat ohne Mefsstange, bei welchem ein mit Federgelenk versehener einarmiger Hebel einen Spiegel trägt, der durch Spannungswechsel in Drehungen versetzt wird. Der Spiegel erhält von einer im Apparat befindlichen Lichtquelle einen Lichtstrahl, der durch den Spiegel auf ein Filmband geworfen wird.

Vorzüge: Soll bis 300 Spannungswechsel in der Sekunde anzeigen. Einfache Befestigung. Toter Gang im mechanischen Teil des Apparates durch Federgelenk vermieden. Spannungsmessung erfolgt in einer wirklichen Querschnittsfaser. Ablauf des Diagrammpapiers in weiten Grenzen veränderbar.

Nachteile: Vermutlich wird das Rohr, in das der Apparat eingebaut ist, gelegentlich erschüttert, wodurch die Diagramme gefälscht werden können. Mefslänge von 50 cm zu grofs. Erzeugung der Diagramme auf optisch-photographischem Wege unerwünscht und umständlich.

Literatur: Railway Engineer Sept. 1921, S. 328. Der Bauingenieur 1922, S. 33.

5. Electrical Telemeter des Standard-Büro in Washington.

Mehrere in 2 Stapeln aufeinander liegende Kohleplättchen werden durch Veränderung des Abstandes der beiden Mefspunkte zusammengedrückt oder entlastet, wodurch ihre elektrische Leitfähigkeit verändert wird. Mit Hilfe der Wheatstonschen Brückenschaltung wird die Widerstandsänderung auf einen Oscillographen übertragen, durch dessen Oscillogramme die Spannungswechsel angezeigt werden.

Vorzüge: Soll bis zu 100 Spannungswechsel in der Sekunde anzeigen. Oscillograph kann entfernt von der eigentlichen Mefsstelle aufgestellt werden. Einfache Befestigung.

Nachteile: Es besteht die Gefahr, dafs infolge der Elastizität der Kohleplättchen die Bewegung derselben raschen Spannungswechseln nicht folgen kann, wodurch die Widerstandsänderung nicht gleichzeitig mit den Spannungswechseln erfolgt. Aufzeichnung der Diagramme auf photographischem Wege durch den Oscillographen. Die Zahl der sekundlichen Spannungswechsel ist noch zu gering.

Literatur: Engineering News Record v. 5. 7. 23. Bautechnik 1924, Heft 18, S. 194.
A New Electrical Telemeter, Washington, Governement Printing Office 1924.

6. Spannungsmesser der Cambridge und Paul Scientific Instrument Company.

Zweifaches Hebelgerät, von dem der eine Hebel ein Federgelenk besitzt und der zweite durch Federzug gegen den ersten geprefst wird. Der zweite Hebel besitzt an seinem Ende eine Spitze, die die Diagramme in ein Zelluloidband einkratzt. Der Apparat soll bis zu 1400 Spannungswechsel in der Sekunde anzeigen, was jedoch in Anbetracht der verhältnismäfsig grofsen Reibung zwischen Schreibstift und Zelluloidband zu bezweifeln ist.

Vorteile: Einfache Befestigungsart. Toter Gang des einen Hebels durch Federgelenk, des anderen Hebels durch Federdruck aufgehoben. Mefslänge mit etwa 25 cm noch annehmbar. Spannungsmessung erfolgt in einer wirklichen Querschnittsfaser.

Nachteile: Da der Apparat mit einer nur 15fachen Übersetzung arbeitet, müssen die Diagramme mit einem Mikroskop ausgewertet werden.

Literatur: The Engineer 1924, S. 12.
Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure Nr. 17 vom 26. IV. 1924, S. 425.

7. Spannungsmesser System Dr. Geiger.

Die Längenänderungen werden durch eine Mefsstange und verschiedene Hebel übertragen. Die Aufzeichnung erfolgt auf gewöhnlichem Papier mit Tinte, die sofort getrocknet wird.

Vorzüge: Sehr hohe Eigenschwingungszahlen bis zu 600 in der Sekunde. Reibung zwischen Papier und Schreibstift besteht nur in Flüssigkeitsreibung. Papierablauf in weiten Grenzen veränderbar. Mefslänge und Übersetzung veränderbar. Toter Gang wird durch Federdruck aufgehoben.

Nachteile: Umständliche Befestigung. Spannungsmessung erfolgt in ideeller Faser.

Literatur: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1924, Heft 11.

8. Spannungsmessung durch elektrische Widerstandsmessung von Ober-Ing. Elsässer.

Die Längenänderungen werden auf einen Widerstandsdraht übertragen, dessen Ohmscher Widerstand unter Zuhilfenahme eines Oscillographen gemessen wird.

Vorzüge: Eigenschwingungszahl der messenden Teile kann sehr hoch gewählt werden. Mefslänge kann in weiten Grenzen verändert werden. Spannungsmessung erfolgt in einer wirklichen Querschnittsfaser. Toter Gang der messenden Teile so gut wie ausgeschlossen.

Nachteile: Ziemlich umständliche Befestigungsart. Aufzeichnung der Diagramme auf photographischem Wege durch Oscillographen.

Literatur: Messen von Schwingungs- und Drehmomenten mittels Oscillographen von Ober-Ingenieur Elsässer, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure von 1924, Heft 20.

B. Schwingungsmesser.

Der Schwingungsmesser soll auf dem seismographischen Prinzip beruhen und mit Registriervorrichtung versehen sein. Es sollen mit ihm sowohl Horizontal-, wie auch Vertikalschwingungen von mindestens 200 Schwingungen in der Sekunde bis hinunter auf eine Schwingung in der Sekunde aufgenommen werden können. Letztere Bedingung erfordert eine Veränderung der Eigenschwingungszahl der trägen Masse bis zu 0,5 Schwingungen in der Sekunde. Die Übersetzung in der Schreibvorrichtung soll verändert werden können, braucht aber eine 25fache Vergröfserung nicht zu übersteigen. Als Diagrammbandbreite würden vertikal wie horizontal ungefähr 5 cm genügen. Es wäre auch erwünscht, mit dem gleichen Apparat durch Veränderung der trägen Masse oder deren Aufhängung die vertikale und horizontale Durchbiegung von Brückenträgern messen zu können. Es würde dies bedingen, dafs die Eigenschwingungszahl der trägen Masse 0,1 Schwingung in der Sekunde nicht übersteigt. Für die Aufzeichnung der vertikalen Durchbiegung wäre dann eine Diagrammbandbreite von 8 cm erforderlich. Die Durchbiegungen können in diesem Falle naturgrofs oder bis zu doppelter Vergröfserung aufgezeichnet werden. Im übrigen gelten bezüglich der Eigenschwingungen, der Reibung der Schreibvorrichtungsteile, der photographischen Herstellung der Diagramme, des Diagrammbandablaufs, der Befestigung usw. des Apparates die unter A beim Spannungsmesser angegebenen Grundsätze. Aufserdem mufs die träge Masse so angeordnet sein, dafs sie durch Windstöfse der Atmosphäre oder der rasch fahrenden Belastungszüge nicht beeinflufst wird.

Im folgenden werden einige bestehende Apparate kurz beschrieben und ihre Vorzüge und Nachteile angegeben:

1. Schwingungsmesser System Fränkel-Leuner.

Apparat mit Vertikal- und Horizontalpendel.

Vorzüge: Die Vertikal- und Horizontalschwingungen werden auf das gleiche Diagrammpapier aufgezeichnet. Einfache Aufstellung und Handhabung. Eigenschwingungszahl der trägen Masse für Horizontalschwingungen ist gering genug. Aufzeichnung auf gewöhnlichem Papier.

Nachteile: Die Eigenschwingungszahlen der Pendel können nicht verändert werden. Für das Vertikalpendel ist die Eigenschwingungszahl mit 1 Schwingung in der Sekunde zu grofs. Die Eigenfrequenz der Schreibvorrichtung ist zu klein. Durchbiegungen können nicht aufgenommen werden. Reibung zwischen Schreibstift und Papier zu grofs.

Literatur: Schweizerische Bauzeitung 1897. Beschreibung von Apparaten zur Untersuchung von eisern und massiven Bauwerken. Zusammengestellt vom Brückenb büro der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahn

2. Apparat von Prof. Grunmach.

Dreipendelapparat, durch den die Schwingungen mit Hilfe ei Saitengalvanometers registriert werden.

Vorzüge: Eignet sich für sehr rasche Schwingungen mit klein Schwingungsausschlag. Die Aufzeichnung der Diagram erfolgt vom Schwingungsmesser entfernt, wodurch gro Unabhängigkeit von der Witterung erzielt wird. Träge Mass sind vor Windeinflufs geschützt.

Nachteile: Aufzeichnung der Diagramme erfolgt auf photographisch Wege. Apparat eignet sich in der bestehenden Ausführ nicht für langsame Schwingungen.

Literatur: Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft Jahre 1909, S. 583. Über neue Methoden zur Messung Erderschütterungen kleinster Periode von Prof. Grunma

3. Vibograph von Dr. Geiger.

Einfacher Pendelapparat, mit dem sowohl Vertikal- als a Horizontalschwingungen aufgenommen werden können. Aufzei nungen erfolgen mit Tinte auf gewöhnlichem Papier.

Vorzüge. Eigenschwingungszahl des Schreibgeräts sehr hoch. Eigenschwingungen der trägen Masse, die Schreibhebelüb setzung und der Papierablauf können in weiten Grenz verändert werden. Reibung zwischen Schreibstift und Pap besteht nur in Flüssigkeitsreibung.

Nachteile: Aufzeichnungen der Vertikal- und Horizontalschwingun erfolgen nicht gleichzeitig. Träge Masse ist bei gerin Eigenschwingungszahl nicht gegen Luftstöfse geschützt.

Literatur: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1922, Seite

4. Schwingungsmesser der Cambridge & Paul Scientific Instrum Company.

Vertikalschwingungsapparat, bei dem die Schwingungen ähnl wie beim Spannungsmesser der gleichen Firma durch einen Schre stift in ein Zelluloidband eingekratzt werden.

Vorzüge: Eigenschwingungszahl kann verändert werden.

Nachteile: Reibung zwischen Schreibstift und Zelluloidband jed falls grofs. Apparat ist nur für Vertikalschwingungen geba Träge Masse ist nicht gegen Luftstöfse geschützt.

Literatur: The Engineer 1923, Nr. 3549.

Berlin, den 1. November 1924.

Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft
Eisenbahn-Zentralamt.

Bücherbesprechungen.

Beton-Kalender 1925. Taschenbuch für Beton- und Eisenbetonbau. Herausgegeben von der Zeitschrift „Beton und Eisen". Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin. Zwei Teile, kart. 6,60 G. M.

Die herausgebende Schriftleitung bemerkt im Vorworte, dafs sich die letzten Jahrgänge notgedrungen auf die Anwendungen des Betons im Hochbau beschränken mufsten, dafs aber nunmehr das umfangreiche Gebiet des Ingenieurbaues wenigstens zum grofsen Teile gebührend wieder berücksichtigt werden konnte.

Der allgemeine Teil ist sowohl im Abschnitt Festigkeitslehre, wie auch in der Statik der Baukonstruktionen bereichert. Auch die behördlichen Bestimmungen sind gegen früher in vermehrtem Umfange aufgenommen. Der zweite, den Anwendungen gewidmete Teil bringt auf 380 Seiten eines mittleren Taschenformates in vorbildlicher, zusammengefasster Darstellung viele handfertige Beispiele aus dem Grundbau und dem Mauerwerksbau, von Zwischendecken, Säulen und Pfeilern, Treppen, Balkenbrücken, gewölbten Brücken, Silos, Behältern, Rauhmauern, Zementwaren und Kunststeinen. Vom handwerklichen bis zur wissenschaftlichen Einzelberechnung hinauf ist jedes Bedürfnis in schlagender Kürze erfüllt, die zahlreichen Abbildungen sind trotz des kleinen Mafsstabes klar, scharf und erschöpfend. Man mufs den Bearbeitern Dank für ihre Gaben wissen. Und wenn es auf dem Titelblatte heifst, dass der Kalender „unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner" herausgegeben werde, läfst sich dies dahin steigern, dafs dieser Generalstab der Bearbe geradezu die besten Namen des deutschen Eisenbetonbaues verein

Die Ausbeute aus dem Kalender für den Eisenbahn-Ing ist schon jetzt sehr reich. Gleichwohl wird man wünschen müs in späteren Auflagen Sonderanwendungen, wie Bahnsteighallen -Dächer, Eisenbetonschwellen, Wagenkästen aus Eisenbeton dergl. behandelt zu finden, Ausführungen, die teilweise schon früheren Auflagen berücksichtigt, jetzt aber zurückgestellt war

Es wird nicht viel Wissensgebiete geben, die eine Jahressch ihrer Entwicklung in so mustergültiger Form aufzuweisen hab Aber gerade wegen der hervorragenden Bedeutung des fa wissenschaftlichen Teiles erscheint der Kalender, der dem Wer den Namen gibt, als lose Zutat, als nebensächlich, beinahe stören Wer wird ein solches Buch wirklich als Taschenkalender benutze Wer wird den Wunsch haben, die gebräuchlichen mathematisch Tabellen und die behördlichen Bestimmungen im Taschenkalend dauernd bei sich zu führen und sie dazu alljährlich neu zu kaufen Möglich, dafs das verdienstvolle Unternehmen an innerer Geschlosse heit, an Bedeutung und Verbreitung noch gewinnen könnte, we es in reinster Form, von Nebensächlichem befreit, als „Jahrbuch d deutschen Eisenbetonbaues" erschiene! Dr. Bl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Organ

m Bericht: Betriebserfahrungen mit Turbolokomotiven Bauart Ljungström.

ntwurf einer Turbinenlokomotive für gemischten Dienst. (Schwedische Staatsbahn.)

12,8 t — 15,9 t — 15,9 t — 15,9 t — 16,5 t — 16,5 t — 16,5 t — 10 t — 10 t

2300 — 1900 — 1900 — 2400 — 2100 — 2100 — 2200 — 1800 — 1800
18500
22800

Treibräder	1530 mm	Heizfläche der Feuerbüchse	11,8 qm	Reibungsgewicht	49,5 t	Heizfläche des Luftvorwärmers	800 qm
	20 at	„ „ Rohre	110 „	Leergewicht	119 „	Höchstgeschwindigkeit	90 km/Std.
	3,1 qm	„ „ insgesamt	121,8 „	Kohlenvorrat	8 „	Zugkraft	14,8 t
	142,8 t	„ des Überhitzers	73,0 „	Kühlfläche des Kondensators	1200 qm	Höchstleistung an der Schiene	1800 PS
				Spurweite	1435 mm		

Abb. 3. Entwurf einer Turbinenlokomotive für England.

6½ t Kohle

2134 — 2134 — 2286 — 2286 — 1753
3353 — 8495 — 2286 — 8420
19202
22936

13¼ t — 13¼ t — 13¼ t = 66¾ t — 18½ t — 19 t — 19 t — 19 t = 75½ t — Gesamtgewicht 142¼ t

e	754,2 qm	Spurweite	1435 mm	Heizfläche des Luftvorwärmers	1347 qm	Zugkraft bei einer Reibungszahl von 3,33 = 17200 kg.	
rbüchse	13,5 „	Gesamtheizfläche	224,8 qm	Kühlfläche des Kondensators	1254 „	Höchstgeschwindigkeit etwa	112 km/Std.
hitzers	57,1 „	Rostfläche	3,25 „	Höchstleistung an der Schiene	2000 PS		

Abb. 1. Schaubild der Strecke Gothenburg-Stockholm

360 350 340 330 320 310 300 290 280 270 260 250 240 230 220 210 200 190 180 170 160 150 140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

Falköping-Ranten, Stenstorp, Skövde, Moholm, Töreboda, Gårdsjö, Laxå, Hallsberg, Vingåker, Katrineholm, Flen, Södertälje S., Stockholm C.

2[38]	3[04]	3[24]	3[61]	4[05]	4[31]	4[59]	5[45]	6[32]	6[55]	6[24]	8[39]	9[29]
2[51]	3[08]	3[29]	3[63]	4[08]	4[34]	5[12]	5[51]	6[35]	7[01]	7[27]	8[41]	

tum	Streckenlänge	Gewicht d. Lokomotive	Gewicht d. Wagen	Gesamtes Zuggewicht	Brennstoff	Brennstoffverbrauch	Brennstoffverbrauch auf 1000 tkm Zuggewicht	Brennstoffverbrauch auf 1000 tkm Wagengew.	Fahrtdauer einschl. Aufenthalt	Fahrtdauer ohne Aufenthalt	Mittl. Geschwindigkeit I. einschl. Anhalten II. ausschl. „	Heizwert d. Kohle gemäß Bescheinigung Nr.
Juli	230 km.	130 t.	359 t.	489 t.	Kohle	4230 kg.	17,5 kg.	23,5 kg.	8 St. 59 Min.	7 St. 50 Min.	I. 51,5 km/Std.	11750 der Schwedischen staatlichen Versuchstation 6290 Cal/kg.
Juli	229 km.	130 t.	426 t.	556 t.	Kohle						II. 58,6 km/Std.	
Gesamtwasserbrauch 2 cbm. Luftwärme 20° C. Mehrfache Geschwindigkeitsermäßigung wegen Gleisarbeiten						gutes Wetter Vacuum 24-28" (80-93 %).						

dem Schaubild einer Versuchsfahrt mit der Ljungström-Turbolokomotive bei einem Güterzug.

rinenholm. — Steigung zwischen Tullinge und Huddinge — Anfahrt in der Steigung von 10 ‰

34 km/Std. — 22 km/Std. — 34 km/Std.

Zugkraft am Zughaken 1 mm = 750 kg

5 Düsen

6,3 t — 8,25 t — 7,5 t — 10,2 t

840 PS. — 700 P.S. — 380

0 ‰ — 5 ‰ — 0 ‰ — 1,6 ‰ — 10 ‰ — 10 ‰ — 6 ‰ — 10 ‰ — 0 ‰ — 10 ‰

113 — 608 — 238 — 742 — 453 — 150 m — 2348 — 1040 — 410 m — 195 — 800

132 — 131 — 130 — 20 km von Stockholm — 19 — 18 — 17 — 3 km von Stockholm — 2

R. 600 — R. 1500 — R. 1500 — R. 700 — R. 450 — R. 450

Stockholm, Gesamtentfernung 134 km. Gewicht der Lokomotive 130 t. Gewicht der Wagen 534 t. Gesamtgewicht des Zuges 664 t.

C.W. Kreidel's Verlag. Berlin.

1924

HEFT 17

15. DEZEMBER

ORGAN

FÜR DIE

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:

Besprechungen.


BAMAG-MEGUIN
Leistungsfähigste
Lokomotiv=
Bekohlungsanlage
D.R.P.a.
Bamag-Meguin Aktien-Gesellschaft Butzbach-Hessen

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg**, unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

79. Jahrgang — **15. Dezember 1924** — **Heft 17**

Die ersten Versuchsbauarten der Grofsgüterwagen der Deutschen Reichsbahn.

Von Oberregierungsbaurat **Gustav Laubenheimer**, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts Berlin.

Hierzu Tafel 38 bis 40.

Der erste Grofsgüterwagenpendelzug der Deutschen Reichsbahn wurde Anfang Juli d. Js. bei der Reichsbahndirektion Magdeburg in Dienst gestellt. Er besteht aus 20 Grofsgüterwagen mit Selbstentladevorrichtung von je 50 t Ladegewicht und verkehrt zur Beförderung von Braunkohlen für die Deutschen Solvay-Werke zwischen Trebbichau und Bernburg. Die Wagen dieses Zuges stellen eine der zehn Versuchsbauarten dar, die zunächst zur Ausführung kommen, um aus den mit ihnen gewonnenen Betriebserfahrungen die zukünftige Einheitsbauart der Grofsgüterwagen entwickeln zu können.

Von jeder Versuchsbauart wurden während der Eisenbahntechnischen Tagung des Vereins Deutscher Ingenieure vom 21. September bis 19. Oktober d. Js. einzelne Wagen auf dem Bahnhof Seddin ausgestellt.

Die Verwendungsarten der Grofsgüterwagen hat der Verfasser bei der Eisenbahntechnischen Tagung in Berlin in dem ersten Vortrag am 22. September: »Die Organisation des Gütermassenverkehrs unter Verwendung von Grofsgüterwagen mit Selbstentladung« eingehend erläutert*).

Die konstruktive Durchführung der Entwürfe für die ersten Versuchsausführungen der Grofsgüterwagen ist nach folgenden beiden Gesichtspunkten bearbeitet worden:

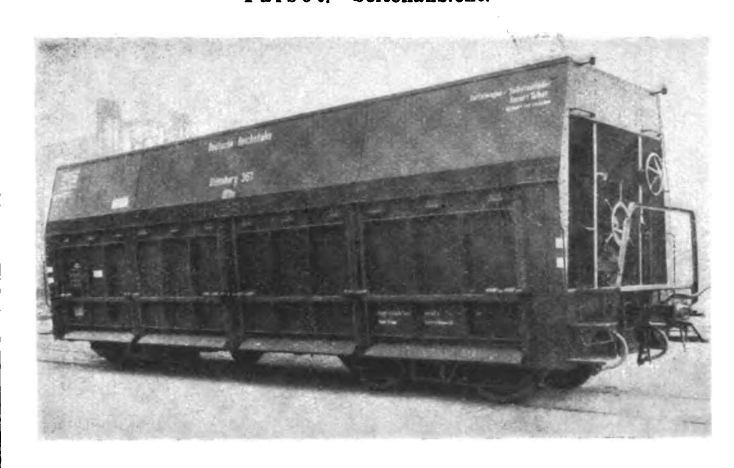
Einerseits handelte es sich darum, bei dem für unsere bisherige Entwicklung der Güterwagen aufsergewöhnlich grofsen Schritt in der Steigerung des Ladegewichts von 20 auf 50 t einen Wagen zu schaffen, der in seiner Bauart, seinem Eigengewicht und seinen Gröfsenabmessungen die gröfstmöglichen Vorteile in sich zusammenfafst, die einen betriebstechnischen Gewinn für die Eisenbahnverwaltung darstellen. Andererseits mufste auch darauf Rücksicht genommen werden, einen Wagen auszubilden, der seinen Benutzern die gröfsten erreichbaren volkswirtschaftlichen Vorteile und damit zugleich einen Anreiz bieten sollte zur Umstellung der Privatindustrie auf die bei uns bisher noch nicht übliche amerikanische wagen- und betriebstechnische Verkehrsentwicklung. Nur die Zusammenfassung beider Forderungen kommt dem Ideal eines Verkehrsmittels nahe, das dann erreicht wird, wenn die Selbstkosten aller Beteiligten auf den geringsten Betrag sinken.

Da die Grofsgüterwagen in erster Linie für die Beförderung der Massengüter, die zugleich Schüttgüter (Kohlen, Koks, Erz, Sand, Kies) sind, in Frage kommen, so war bei einem Neuentwurf die Aufgabe der schnellen Entladung dieser Güter ohne weiteres gegeben, und es fragte sich, ob es unter den heutigen Verhältnissen noch überhaupt für zweckmäfsig angesehen werden darf, Grofsgüterwagen ohne Selbstentladevorrichtung zu bauen. Die Vorteile für die Verkehrstreibenden sind bei der Selbstentladung so grofs, und werden gerade unter den jetzigen ungünstigen aufsenpolitischen und wirtschaftlichen Verhältnissen so zwingend, dafs man vom allgemeinen wirtschaftlichen Standpunkt aus diese Frage unbedingt verneinen mufs. 50 t Kohlen oder Koks bei den heutigen aufserordentlich hohen Löhnen der Handarbeiter von Hand entladen zu wollen, wenn es möglich ist, eine einfache mechanische Entladung schnell und billig bewerkstelligen zu können, würde eine derartige Verschwendung von Zeit und unproduktiven Ausgaben bedeuten, dafs sie geradezu als wirtschaftlich unverantwortlich bezeichnet werden müfste.

Die Entwürfe der zunächst zur Ausführung gelangten Versuchsbauarten sind in Zusammenarbeit mit dem Eisenbahn-Zentralamt von folgenden Wagenbauanstalten durchgeführt worden:

Fried. Krupp A. G., Lowa, Essen-Ruhr,
Linke-Hofmann-Lauchhammer A. G., Breslau,
Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-A. G., Gleiwitz,
Orenstein & Koppel A. G., Berlin,
Waggonfabrik L. Steinfurt A. G., Königsberg,
Waggonfabrik Gust. Talbot & Cie. m. b. H., Aachen,
Waggonfabrik A. G. Uerdingen, Uerdingen (Rhein).

Abb. 1. 50 t-Grofsgüterwagen (Sattelwagen-Selbstentlader) Bauart Talbot. Seitenansicht.



Bei dem Entwurf der Selbstentlader wurde nach zwei Richtungen vorgegangen. Es wurden in Anlehnung an die bekannten Sattelbodenselbstentlader zwei Bauarten (Sattelwagen von Talbot (Textabb. 1 und Abb. 1 bis 4 auf Taf. 38) und Uerdingen (Textabb. 2 und 3 und Abb. 9 bis 12 auf Taf. 38) entworfen, die lediglich zur Beförderung von Schüttgütern mit beiderseitiger Entladung bestimmt sind. Auf die Forderung, das gesamte Ladegut hierbei nach beliebiger Richtung, rechts oder links, entladen zu können, wie es bei den sogenannten Talbotwagen möglich ist, wurde von vornherein verzichtet. Diese Forderung hätte wagenbautechnisch sich ungünstig dahin ausgewirkt, dafs der Wagen bei dem dann eintretenden geringen Fassungsvermögen auf die Längeneinheit länger und schwerer als die jetzigen Bauarten geworden wäre. Bei neu zu entwerfenden Entladeanlagen für Grofsmassenbezug können diese zudem zweckmäfsig für beiderseitige Entladung entworfen werden, weil dadurch der Schüttkegel verbreitert und die räumliche Entladefähigkeit vergröfsert wird.

Aus diesem Grunde schieden auch Entwürfe von Bodenentladern, bei denen das Ladegut durch Bodenklappen

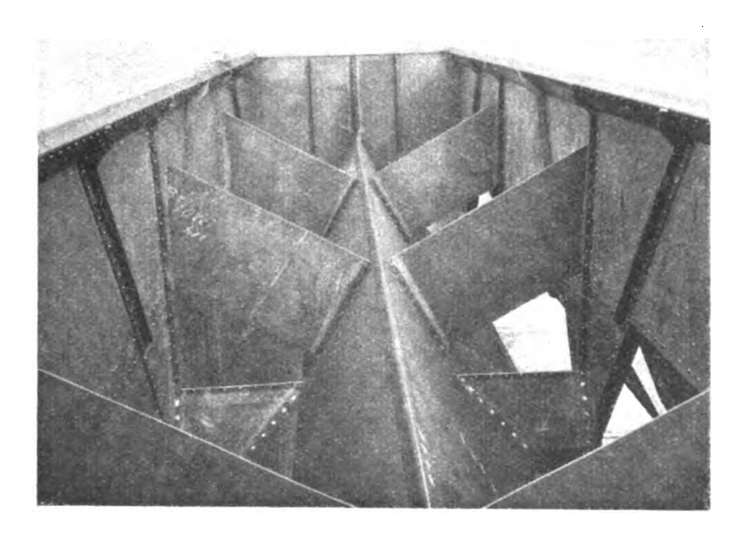
*) Siehe auch Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure Nr. 38 vom 23. 9. 1922, Laubenheimer: „Grofsgüterwagen für Massenverkehr“ und Verkehrstechnische Woche, Sonderausgabe: „Der Eisenbahnwagenbau“ Juli 1923, Laubenheimer: „Die ersten Grofsgüterwagen der Deutschen Reichsbahn.“

zwischen die Schienen des Gleises entladen wird, aus. Rein wagenbautechnisch haben diese Wagen ja allerdings den Vorteil, dafs man keine Öffnung der Seitenwände wie bei den Seitenentladern nötig hat und infolgedessen mit einfachen Mitteln einen sehr steifen Wagenkasten bauen kann. Der schmale Schüttkegel der Bodenentleerer gegenüber den Seitenentladern bleibt aber immer ein grofser Nachteil für eine günstige Stapelfähigkeit der Schüttgüter. Die amerikanischen Eisenbahnverwaltungen, die früher fast ausschliefslich die Bodenentleerer bevorzugten, gehen wohl auch aus diesem Grunde neuerdings in einem stärkeren Mafse zum Seitenentleerer über.

Abb. 2. 50 t-Grofsgüterwagen (Sattelwagen-Selbstentlader) Bauart Uerdingen. Seitenansicht.



Abb. 3. 50 t-Grofsgüterwagen (Sattelwagen-Selbstentlader) Bauart Uerdingen. Ansicht von oben.



Die Verwendung der Sattelwagen beschränkt sich naturgemäfs auf die Beförderung von Schüttgütern, während sie für Stückgüter nicht verwendet werden können. Da die Beförderung von Schüttgütern meist nur in einer Verkehrsrichtung erfolgt, so ist ein Leerrücklauf dieser Wagen fast stets erforderlich. Dieser Umstand ist für den Pendelverkehr zur Abfuhr der Schüttgüter aus den Massenverkehrsgebieten belanglos, da hier die Güterausfuhr die Einfuhr bei weitem übersteigt und infolgedessen immer ein grofser Prozentsatz der Wagen wieder leer zurückgeführt werden mufs. Für den allgemeinen freizügigen Verkehr der einzelnen Güterwagen ist es jedoch höchst erwünscht, einen Wagen zur allgemeinen Verwendung zu besitzen, d. h. einen Wagen zu erhalten, der sowohl wie die gewöhnlichen offenen Güterwagen mit flachem Boden und Seitentüren zur Handentladung geeignet ist, wie auch als Selbstentlader zur mechanischen Entladung der Schüttgüter Verwendung finden kann.

Bereits im Jahre 1906 hatte der preufsische Minister der öffentlichen Arbeiten einen Wettbewerb zur Gewinnung derartiger Entwürfe ausgeschrieben, der aber keine befriedigende Lösungen ergab. Die preisgekrönten Entwürfe brachten nur eine selbsttätige Teilentladung der Wagen, während der Rest des Ladegutes von Hand ausgeschaufelt werden mufste. Lediglich der Ziehlsche Entwurf, der bereits mit gutem Erfolg bei den Oberschlesischen Schmalspurbahnen zur Ausführung gelangt war, bot die Grundlagen für die zukünftige zweckentsprechende Weiterentwicklung, wie sie bei den drei Grofsgüterwagenentwürfen (Krupp, Linke-Hofmann-Lauchhammer A. G. und Orenstein & Koppel) mit verschiedener konstruktiver Durchführung weiter entwickelt werden konnten. Bei den Schmalspurwagen war es Ziehl gelungen, nach Öffnung der Seitenwandverschlüsse den flachen Wagenboden durch die Lademasse selbsttätig in einen Sattel umstellen zu lassen und eine restlose Entladung hierdurch zu bewirken, weil die verhältnismäfsig geringe Höhe der Schüttmassen das Aufbrechen des Ladegutes ermöglichte. Bei 15- und 20 t-Wagen war jedoch dieser Vorgang infolge der gröfseren Höhe nicht mehr möglich. Der Flachbodenwagen mufste erst durch Aufrichtung eines Hilfssattels für die spätere Selbstentladung vorbereitet werden. Dieser Grundgedanke ist in den bekannten »Malcher-Wagen« der Oberschlesischen Eisenbahn-Bedarfs-A. G., Gleiwitz zur Ausführung bei 15- und 20 t-Wagen gebracht worden. Der in seiner Längsrichtung dreiteilige Wagenboden kann durch Aufstellung der beiden äufseren Bodendrittel unter 45° Neigung einen Sattel zur selbsttätigen Entladung bilden.

Abb. 4. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Malcher. Seitenansicht.



Nach diesem Grundsatz sind die Grofsgüterwagenbauarten der Oberschlesischen Eisenbahn-Bedarfs-A. G., Gleiwitz (Textabb. 4 und Abb. 1 bis 4 auf Taf. 39) der Waggonfabrik L. Steinfurt A. G., Königsberg (Textabb. 5 und 6 und Abb. 5 bis 8 auf Taf. 39) und der erste Entwurf der Waggonfabrik A.-G. Uerdingen (Textabb. 7 bis 9 und Abb. 13 bis 16 auf Taf. 38), von dem ein Wagen schon auf der Münchener Gewerbeschau im Jahre 1922 ausgestellt war, durchgeführt worden.

Wagen dieser Bauart haben allerdings immer den Nachteil, dafs man schon vor der Beladung (z. B. mit Kohlen) wissen mufs, in welcher Weise die Entladung, selbsttätig oder von Hand, erfolgen soll. Wird die Aufrichtung des Sattels vor der Beladung vergessen, so ist natürlich die schnelle und billige Selbstentladung nicht möglich. Sie stellen infolgedessen noch nicht das Ideal eines sogenannten Flachbodenselbstentladers dar.

Das Ideal dieser Bauart wird erst dann erreicht, wenn man ohne jede Vorbereitung vor dem Beladen den Wagen jederzeit beliebig als Flachbodenwagen oder als Selbstentlader bei der Entladung benutzen kann. Diese Forderung ist bei den drei Bauarten Krupp-Lowa (Textabb. 10 und 11 und Abb. 9 bis 12 auf Taf. 39), Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. (Textabb. 12 und Abb. 13 bis 16 auf Taf. 39) und Orenstein & Koppel, Berlin (Textabb. 13 und 14 und Abb. 1 bis 4 auf Taf. 40) erreicht worden.

Auch die amerikanischen Eisenbahnverwaltungen haben neuerdings den Grundsatz der allgemeinen Verwendbarkeit ihrer Grofsgüterwagen als Flachbodenselbstentlader angestrebt. Man hat sogar Bauarten entworfen, die wahlweise als Flachbodenwagen, Bodenentleerer oder Seitenentleerer verwendet werden können. Diese Konstruktionen ergeben aber als Selbstentlader keine restlose, sondern nur eine teilweise Selbstentladung.

Abb. 5. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Steinfurt. Seitenansicht.

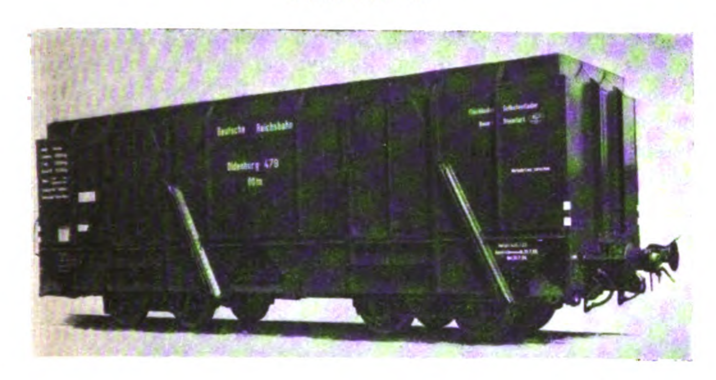
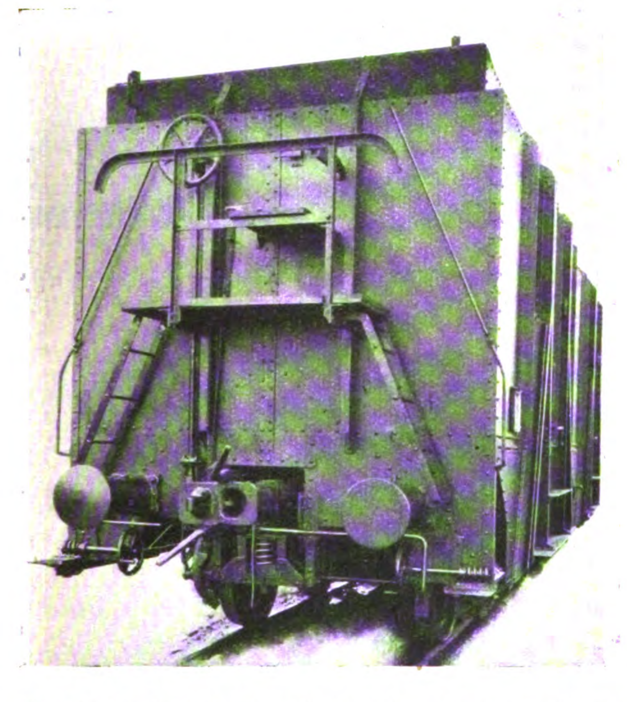


Abb. 6. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Steinfurt, Stirnseitenansicht.



Die einzige deutsche Bauart, die sich an diese amerikanischen Vorbilder anlehnt, ist der zweite Entwurf der Waggonfabrik Gust. Talbot & Cie. m. b. H., Aachen (Textabb. 15 und Abb. 5 bis 8 auf Taf. 38). Die Wagen der genannten neun Bauarten haben rund 12 m Gesamtlänge; ein zweiter Entwurf von Orenstein & Koppel in Berlin von 9,5 m Gesamtlänge befindet sich z. Zt. in der Durcharbeitung.

Bei den drei deutschen Enwürfen von Krupp-Lowa, Linke-Hofmann-Lauchhammer A. G. und Orenstein & Koppel, Berlin, die in ihrem Selbstentlademechanismus eine bei Grofsgüterwagen vollständige Neuheit darstellen, wird dagegen die restlose Entladung auch der schwierigsten Schüttgüter, wie nasse Grufskohle (Kokskohle), nasser Sand und Asche, Schlacken, grobstückiger Koks und Braunkohle restlos erreicht. Durch die Sattelbildung des Flachbodens im Augenblick der Entladung wird das Ladegut aufgebrochen und erfährt eine seitliche Entladebeschleunigung, wodurch die Massen vollständig aus dem Wagen entleert werden.

Diese Bauarten haben, wie die Entladeversuche im letzten scharfen Winter gezeigt haben, noch einen ganz besonderen Vorteil. Feuchte Schüttgüter, wie gewaschene Kohlen, frieren im Winter bei starkem Frost und längerer Fahrt bei 15- und 20 t-Wagen zu einer dichten Masse zusammen, sodafs solche Wagen auch nicht mit Wagenkippern entladen werden können. Ein zeitraubendes und kostspieliges Aufhacken des Ladegutes von Hand ist dann unvermeidlich, was bei gröfserer Anfuhr der Güter aufserdem beträchtliche Kosten durch die Wagenstandgelder verursacht.

Abb. 7. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Uerdingen.

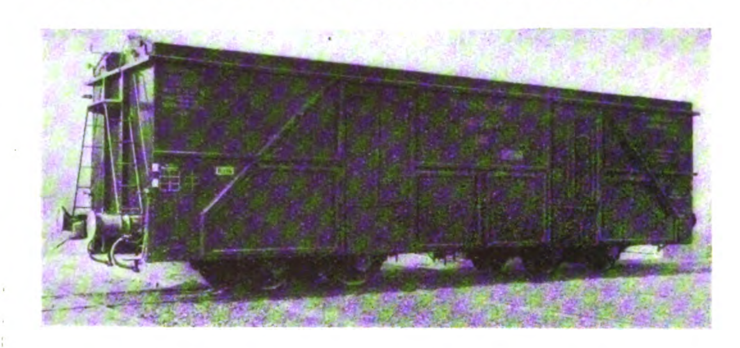
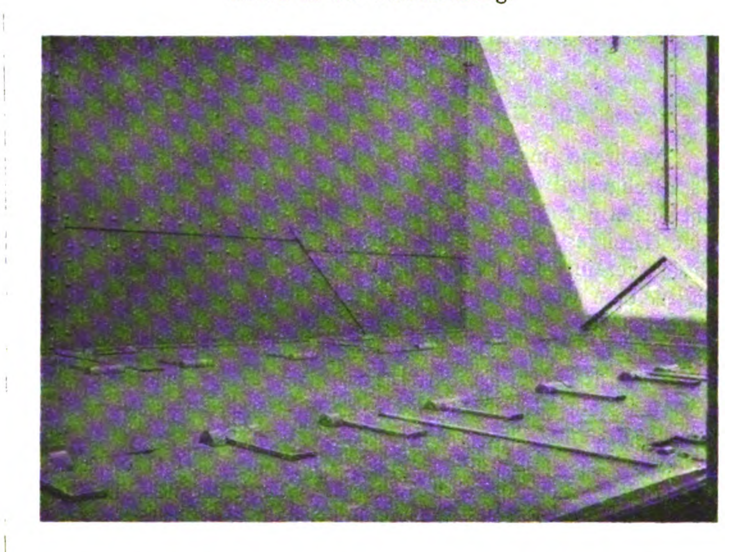


Abb. 8. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Uerdingen. Boden in der Flachstellung.



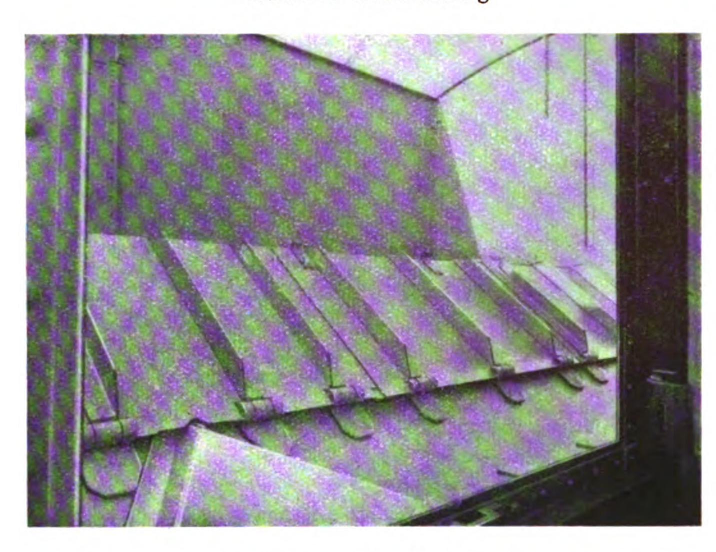
Der Umlauf der zunächst nur in geschlossenen Pendelzügen verkehrenden deutschen Grofsgüterwagen wird im Verhältnis zu dem jetzigen Umlauf der freizügigen offenen Güterwagen sehr stark verkürzt werden. Da die Grofsgüterwagen mit 64 cbm Inhalt ein bedeutend gröfseres Fassungsvermögen als die bisherigen 15- und 20 t-Wagen besitzen, so hat ihr Ladegut, z. B. Kohlen, eine erhebliche Wärmemenge, so dafs die Gefahr des gänzlichen Durchfrierens der Masse sehr herabgesetzt wird. Die Versuche im vergangenen Winter haben gezeigt, dafs bei diesen Wagen, die drei Tage und Nächte Kälteeinwirkungen bis zu — 15° C ausgesetzt waren, die Kohlenmasse von einer gefrorenen Kruste von 25—35 cm Stärke umgeben war, während der innere Teil der Kohlen sich im ungefrorenen Zustand befand. Bei der Öffnung der Seitenwandverschlüsse trat sofortige Sattelbildung der Wagenböden ein, wodurch die gefrorene Kruste durchbrochen und eine Selbstentladung bis auf ganz wenige an den Wänden angefrorene Brocken, die in wenigen Minuten abgestofsen werden konnten,

erreicht wurde. Dieser Umstand hat eine ganz besondere Bedeutung für die Versorgung grofser Gasanstalten, bei denen die tägliche grofse Zufuhr der Kohlen bei starkem Frost bedeutende Betriebsschwierigkeiten und grofse Kosten verursacht.

Sämtliche Grofsgüterwagen besitzen 64 cbm Inhalt und fassen gestrichen gefüllt 50 t Kohlen oder 45 t Braunkohlen und, mit geringer Überhöhung, 40 t Koks. Als Umgrenzungslinie ist das Transitprofil zu Grunde gelegt worden.

Die verschiedenen Versuchsbauarten unterscheiden sich in ihrem gesamten Aufbau und der Art der Selbstentladevorrichtungen wesentlich von einander.

Abb. 9. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Uerdingen. Boden in Sattelstellung.



Während man bisher vierachsige Güterwagen allgemein als Drehgestellwagen gebaut hatte, kommen bei den ersten Entwürfen der 50 t-Wagen zum ersten Male vierachsige Wagen ohne Drehgestelle zur Ausführung. Die erste Anregung zu dieser vereinfachten Bauart, die gegenüber dem Drehgestellwagen eine Gewichtsverminderung von rund $1^1/_2$ t ergibt und die Unterhaltungskosten der Wagen herabmindern wird, stammt von dem Chefkonstrukteur der Waggonfabrik A. G. Uerdingen, Abteilungsdirektor Ernst Kreissig. Die Federanordnung der vier freien Lenkachsen ergibt mit vier Längs- und einem Querausgleichhebel eine theoretische Auflagerung des Wagens auf drei Punkten, so dafs also für ein Durchfahren von Kurven mit Gleisüberhöhung eine dauernde Standsicherheit und eine Verhütung der Entgleisungsgefahr gewährleistet wird.

Ähnliche Achsenanordnungen zeigen die Entwürfe Krupp und Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-A. G., während die Firma Steinfurt ein Lenkgestell ausgebildet hat das gewissermafsen ein Mittelding zwischen freien Lenkachsen, die zu zweien in einem Rahmen gelagert sind, und einem Drehgestell darstellt.

Da sämtliche Grofsgüterwagen von vornherein als Selbstentlader gebaut werden, ist auf die Kippfähigkeit der Wagen verzichtet worden. Das hat den Vorzug, dafs die Wagenkästen viel steifer als bei durchbrochenen Kopfwänden ausgeführt werden können, und dafs die ungünstigen Beanspruchungen der Drehgestellwagen bei einem Kippen über Kopf entfallen. Zudem ergibt sich eine wesentliche Ersparnis an Zeit und Betriebskosten, da sich ein 50 t-Wagen in der selben Zeit mit Selbstentladung leeren läfst, in der ein 20 t-Wagen gekippt wird. Dabei ist nur ein einfacher Schüttrumpf erforderlich, während der teure Kipper mit den hohen Betriebs- und Unterhaltungskostenentbehrlich wird.

Sämtliche jetzt gebaute Grofsgüterwagen haben zwei normale Güterzugbremszylinder Bauart Kunze-Knorr erhalten, die so geschaltet sind, dafs beim leeren Wagen nur der eine Bremszylinder bzw. nur die C-Kammer des einen Zylinders (bei einem Eigengewicht der Wagen unter 23 t), beim beladenen Wagen dagegen alle vier Kammern beider Zylinder auf sämtliche vier Achsen wirken. Aufserdem erhalten die Wagen noch eine Handbremse, die nur auf zwei Achsen wirkt und nach amerikanischem Vorbild als Verschiebebremse zu benutzen ist. Von der Bremserbühne aus kann auch die Notbremse der Luftdruckbremseinrichtung ausgelöst werden.

Die ausgezeichnete bremstechnische Eigenschaft dieser luftgebremsten Grofsgüterzüge zeigten schon die ersten Versuchsfahrten. Am 1. Juli d. Js. wurden bei dem von Orenstein & Koppel erbauten Zug, der mit S. K. F.-Norma-Rollenlagern und Scharfenberg-Kupplung ausgerüstet war, bei rund 100 km/Std. Geschwindigkeit und 1100 t Gesamtbelastung (5 mit je 50 t beladene und 15 leere Wagen nebst Mefswagen, Packwagen und 2 P 8-Lokomotiven; doppeltes Gewicht eines besetzten D-Zuges) eine Schnellbremsung mit 715 m Bremsweg ausgeführt.

Abb. 10. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Krupp. Wagen geschlossen.

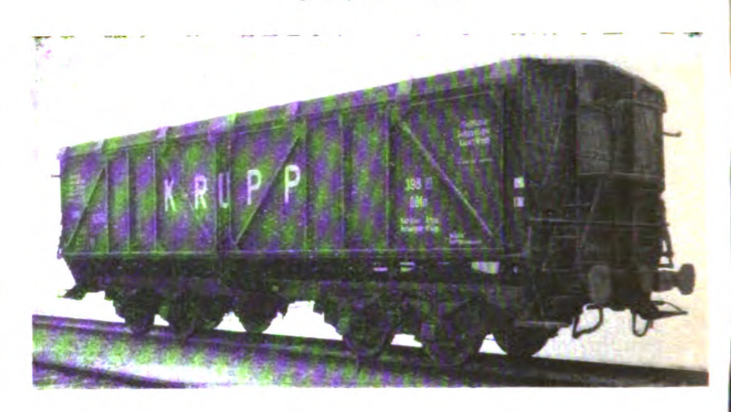
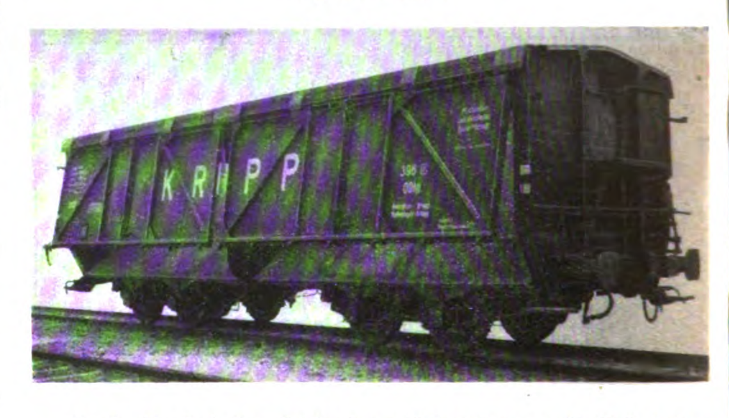


Abb. 11. 50 t-Flachboden-Selbstentlader. Bauart Krupp. Wagen entladet.



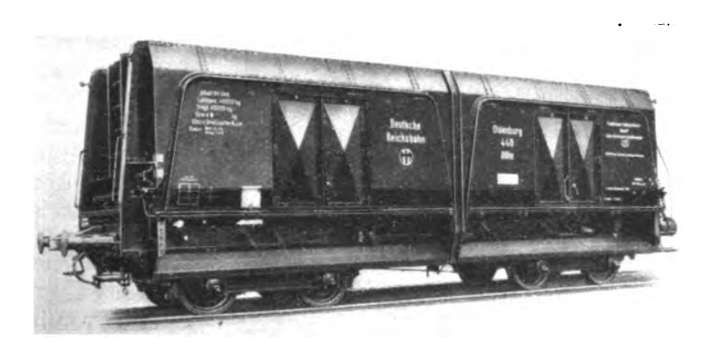
Auch die bei den bisherigen Güterzügen mit Schraubenkupplung gefährlichen Schnellbremsungen bei den niedrigen Geschwindigkeiten von 10—30 km/Std. verliefen ohne jede Betriebsstörung.

Da die Grofsgüterwagenpendelzüge von dem allgemeinen Güterzugbetrieb losgelöst werden, so ist es möglich, für sie auch die Vorteile einer kräftigen selbsttätigen Mittelkupplung auszunutzen und Versuche nach dieser Richtung in gröfserem Umfang vorzunehmen. Bei einer Vollauslastung der Grofsgüterwagenzüge wird die jetzige Schraubenkupplung, die nur mit 14 t Zugkraft bei dreifacher Sicherheit belastet werden kann, zu schwach. Während die Zughaken jetzt für 21 t Zugkraft bei dreifacher Sicherheit gebaut sind, also eine Zerreifsfestigkeit von 63 t haben, liegt bei der Schraubenkupplung die

Zerreißfestigkeit schon bei 42 t, ihre Streckgrenze aber, da sie aus Flußeisen besteht, ungefähr bei der halben Bruchbelastung. Es müssen also hier bei einer Belastung, welche die Zughaken noch ohne weiteres übernehmen können, bereits bleibende Formänderungen in der Schraubenkupplung eintreten, die sich in erster Liniein einer Streckung der Schraubenspindeln äußern, welche die Umgangbarkeit der Kupplung zur Folge hat, wenn nicht überhaupt ein Bruch der Kupplung, vornehmlich in Laschen, erfolgt.

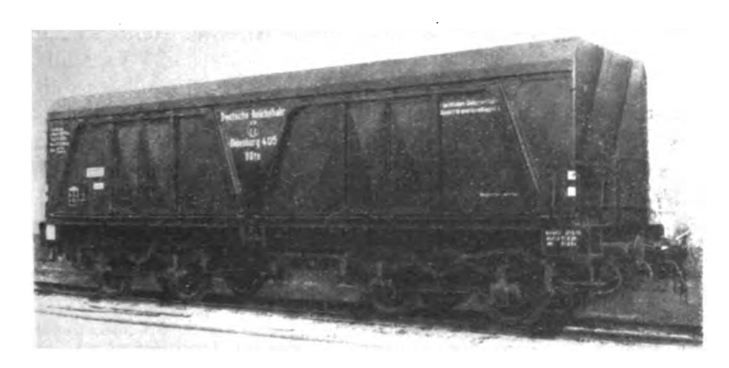
Zu den ersten Versuchen sind die Scharfenberg-Kupplung, gebaut von der Scharfenberg-Kupplungs-A. G., Berlin W 62 (Abb. 5 bis 8 auf Taf. 40) und die Willison-Kupplung, die von der Knorr-Bremse A.-G. Berlin-Lichtenberg (Abb. 9 bis 12 auf Taf. 40) gebaut wird, gewählt worden.

Abb. 12. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Linke-Hofmann-Lauchhammer. Seitenansicht.



Bei den Versuchszügen sind je zwei Wagen zu einer Einheit in der Art zusammengefaßt worden, daß beide Wagen an den zusammenstoßenden Enden nur mit selbsttätigen Mittelkupplungen ausgerüstet sind, an den anderen Wagenenden dagegen mit Mittelkupplungen und normalen Puffern ausgestattet wurden, um die Großgüterwagen auch mit den Lokomotiven und den mit der normalen Schraubenkupplung ausgerüsteten Güterwagen kuppeln zu können. Zu diesem Zwecke haben sowohl die Scharfenberg- als auch die Willison-Kupplung die

Abb. 13. 50 t-Flachbaden-Selbstentlader Bauart Orenstein & Koppel. Wagen geschlossen.



Möglichkeit der Kupplung mit der normalen Schraubenkupplung durch ein besonderes Verbindungsstück erhalten. Um die Kupplung mit der normaler Schraubenkupplung ausführen zu können, sind die Köpfe der Mittelkupplungen herabklappbar oder seitlich schwenkbar eingerichtet, wobei ein normales Zughalten zugänglich wird.

Die Scharfenberg-Kupplung, die bei den jetzt gebauten Großgüterwagen in der in Abb. 5 bis 8 auf Taf. 40 dargestellten Form besonders ausgebildet wurde, läßt gegenüber der Schraubenkupplung eine Belastung von mindestens 40 t bei dreifacher Sicherheit zu und gibt in Verbindung mit der sogenannten „Uerdinger Ringfeder“ (Abb. 13 bis 15 auf Taf. 40), die dem Abteilungsdirektor Ernst Kreissig patentiert ist, gleichzeitig die Möglichkeit, auf die bisher bei Güterwagen vorhandene durchgehende Zugstange zu verzichten und jeden Wagen auch in Gefällstrecken federnd anziehen zu können, was das Anfahren schwerer Züge und das Bremsen wesentlich erleichtern wird. Diese Feder wird auch in den Puffern mit je 28 t Federkraft zur Anwendung kommen, so daß also eine Zugfederung von 28 t und eine Druckfederung von 84 t vorhanden sein wird.

Abb. 14. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Orenstein & Koppel. Wagen während der Entladung.

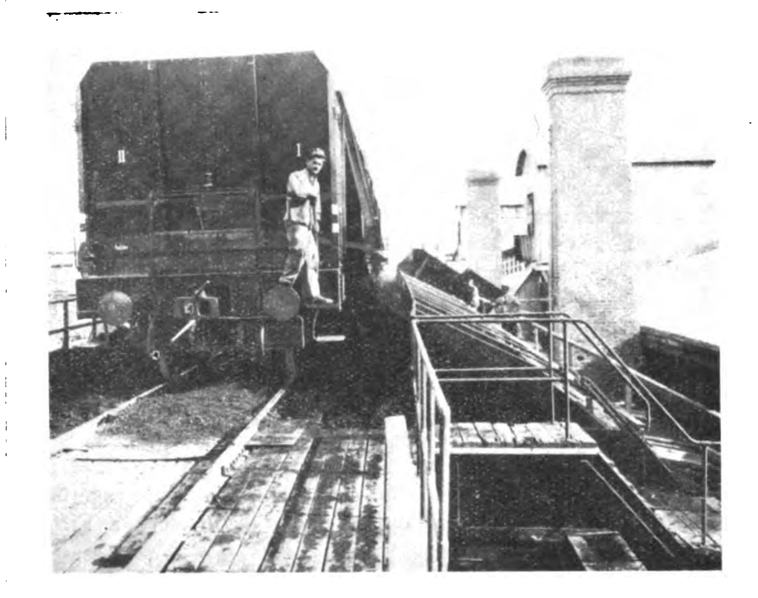
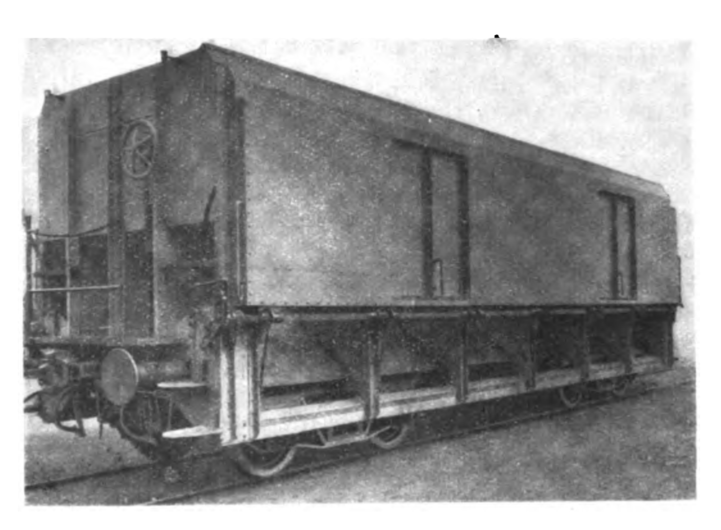


Abb. 15. 50 t-Flachboden-Selbstentlader Bauart Talbot. Seitenansicht.



Der neueste Entwurf der Scharfenberg-Kupplung (Abb. 16 bis 22 auf Taf. 40) sieht außer der Wagenkupplung gleichzeitig auch eine selbsttätige Luftkupplung der Kunze-Knorr-Bremse vor, wodurch das Kupplungsgeschäft wesentlich vereinfacht und eine Gefährdung des Rangierpersonals, das bisher zum Kuppeln der Bremsschläuche zwischen die Wagen treten mußte, vermieden wird.

Die Willison-Kupplung ist in Abb. 9 bis 12 auf Taf. 40 dargestellt. Sie ist eine Klauenkupplung, die jedoch im Gegensatz zu den bekannten amerikanischen Schraubenkupplungen feste Klauen hat. Im Augenblick des Kuppelns

gleiten die beiden Klauen übereinander und werden durch zwei in den Kupplungsköpfen gelegene Keile, die beim Kuppeln nach vorn fallen, gegeneinander versperrt. Zum Lösen der Kupplung werden die beiden Keile mittels einer Zugvorrichtung in die Kupplungsköpfe zurückgeführt, worauf die Schrägflächen der Köpfe wieder aneinander vorbeigleiten können. Eine bemerkenswerte Eigenschaft sowohl der Scharfenberg- als auch der Willison-Kupplung besteht darin, dafs sie im Gegensatz zu den amerikanischen Bauarten keine Verriegelungen besitzen, wodurch die in Amerika häufig vorkommenden Beschädigungen beim Zusammentreffen zweier verriegelter Köpfe entfallen werden.

Zur Verminderung des Zugwiderstandes, zur Ölersparnis, und vor allem zur Sicherstellung der Schmierung unter Ausschaltung der Handschmierung auf der Strecke und dabei zur Vermeidung von Heifsläufern sollen hier zum ersten Male eingehende Versuche mit Rollen- und Kugellagern an Stelle von Gleitlagern ausgeführt werden. Das hierbei anzustrebende Endziel ist ein Lager, das drei Jahre, also von einer Untersuchung der Güterwagen in einer Eisenbahn-Hauptwerstätte bis zur nächsten Untersuchung laufen kann, ohne einer Zwischenschmierung zu bedürfen. Der Erfolg dieser Bestrebung wird aufser von der Materialfrage der Lager selbst, von der Möglichkeit abhängen, eine wasser- und staubdichte Abdichtung zu schaffen, die drei Jahre lang unversehrt bleibt. Von den zunächst im Bau befindlichen Grofsgüterwagen sind sieben Züge von je 20 Wagen mit Rollenlagern, ein Zug mit Kugellagern ausgerüstet und zwei Züge von je 20 Wagen mit Gleitlagern ausgestattet worden, um mit diesen Lagerarten eingehende Vergleichsfahrten anstellen zu können. Aufser den Grofsgüterwagenzügen ist noch ein Zug aus 20 t-Wagen mit den verschiedenen Kugel- und Rollenlagerbauarten zu Versuchszwecken ausgerüstet worden. Erprobt werden zunächst die Bauarten der Firma:

1. Schweinfurter Präzisions-Kugellagerwerke, Fichtel & Sachs, A.-G. Schweinfurt (Kugellager).
2. Berlin-Karlsruher Industrie-Werke A.-G. (früher Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken), Berlin-Borsigwalde (vereinigtes Rollen- und Kugellager).
3. G. & J. Jäger, Aktiengesellschaft, Elberfeld (Bundrollenlager).
4. Fried. Krupp A.-G., Essen-Ruhr (Rollenlager mit seitlichem Bund).
5. Riebe-Werke A.-G., Berlin-Weifsensee (Zylindrisches Rollenlager).
6. S. K. F.-Norma G. m. b. H., Berlin (Kugelflächiges und vereinigtes kugelflächig-zylindrisches Rollenlager).

Die einzigen Eisenbahnverwaltungen, die über grofse Betriebserfahrungen mit Grofsgüterwagen verfügen, sind die amerikanischen Eisenbahngesellschaften. Sie haben die wesentlichen Vorteile der Einführung schwerer Güterwagen in der Sitzung des New York Railroad Clubs vom Februar 1896 in folgenden sieben Punkten zusammengefafst:

1. Geringerer Luftwiderstand als bei Zügen aus vielen kleineren Wagen.
2. Verschiebung des Mittelpunktes des Zuges nach der Zugkraft hin und damit eine sichere Handhabung des Zuges.
3. Verminderung des Gewichtes der Wagen beim Leerlauf.
4. Verminderung der Zahl der Wagen und der Zahl der Lokomotiven zur Beförderung einer bestimmten Menge von Gütern,
5. Verminderung der Verschiebekosten,
6. Verminderung der Ausgaben für die Wagenwärter nebst der Kosten für Verwaltung und Ausbesserungen im Verhältnis der gefahrenen Lasten,
7. Vermehrung der Leistungsfähigkeit der Hauptbahnlinien, der Verschiebebahnhöfe und Verschiebegleise ohne Vermehrung der Anlagekosten.

Dieselben Vorteile wie bei den amerikanischen Bahnen werden sich auch bei uns bei ausgedehnterer Verwendung der Grofsgüterwagen in gleicher Weise zeigen. Im Verein mit den hohen volkswirtschaftlichen Erfolgen, die sie den Verkehrstreibenden bringen werden, darf man in ihnen wohl mit Recht eines der besten Mittel erblicken, das sowohl geeignet ist, die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes zu heben, als auch durch die Verminderung der unproduktiven Ausgaben die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie zu steigern.

Die konstruktive Ausbildung der einzelnen Versuchsbauarten.

I. Reine Selbstentlader. (Wagen mit feststehendem Sattel, Bauart Ziffer 1 und 2).

Diese Wagen dienen, wie bereits bemerkt wurde, lediglich zur Beförderung von Schüttgütern

1. Bauart Waggonfabrik Gustav Talbot u. Cie. m. b. H., Aachen. (Textabb. 1 und Abb. 1 bis 4 auf Taf. 38).

Der Wagen ist als Sattelwagen derart gebaut, dafs nach Freigabe der Verschlüsse die selbsttätige Entladung nach beiden Längsseiten gleichzeitig stattfindet. An jeder Längsseite sind vier in Gelenkbändern gelagerte Entladeklappen vorgesehen, von welchen je zwei Paar durch Kurbelgestänge an die unter dem sattelförmigen Boden gelagerten Verschlufswellen angeschlossen sind. Durch Drehen dieser Wellen werden die Klappen geöffnet und geschlossen. Die Bedienung erfolgt von den an beiden Stirnseiten angebrachten, mit Aufstiegleitern versehenen Bühnen aus durch Handräder, deren Drehbewegung auf die Verschlufswellen durch Kettentriebe übertragen wird. Die gröfseren Kettenräder sitzen lose auf den Verschlufswellen und sind mit Ansätzen versehen, welche die Drehbewegung auf die Wellen übertragen. Zum Öffnen von zwei Klappenpaaren ist nur eine kurze ruckweise Bewegung des zugehörigen Handrades erforderlich, sobald nach einem gröfseren oder kleineren Leerlauf dessen Mitnehmer mit dem zugehörigen festen Teil der Welle in Eingriff gekommen ist. Hierdurch werden die Kurbelgestänge, mit welchen die Klappen an die Verschlufswellen angeschlossen sind, aus der Totpunktstellung gebracht, worauf sich die Klappen unter dem Druck der Lademasse öffnen. Ein nichtgewolltes Öffnen wird durch eine Sicherung vermieden, welche vor jeder vorzunehmenden Entladung durch einen mit dem Fufse zu betätigenden Hebel auszulösen ist. Zum Schliefsen der Klappen nach der Entladung genügt das einfache Zurückdrehen des Handrades. Hierbei stellt sich die vorerwähnte Sicherung selbsttätig ein, so dafs die Verschlufssicherung von der Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals unabhängig ist. Die Übersetzung in den Handrädern und Kettentrieben ist so grofs gewählt, dafs erforderlichenfalls mit geringem Kraftaufwand die Entladeklappen in weit geöffneter Stellung festgehalten werden können. Bei der Bemessung der Klappen ist auf grofse Ausfallöffnungen besonderer Wert gelegt: es sind ferner die Seitenwände des Kastens oberhalb der Klappen eingezogen, so dafs eine restlose Selbstentladung auch weniger gut rutschenden Ladegutes gewährleistet ist.

Der Wagen ist mit zwei zweiachsigen Drehgestellen ausgerüstet, deren Rahmen nach Art der »Diamondtype« aus Flacheisenstreben hergestellt sind. Die Drehkörper und seitlichen Gleitstücke werden von besonderen Wiegen getragen, die auf Kugelfedern ruhen. Jedes Drehgestell erhält acht solcher Federn.

Der Wagen ist mit Kugellagern der Bauart Fichtel & Sachs ausgerüstet. Die aus Flufseisengufs bestehenden Lagergehäuse sind mit dem Flacheisenrahmen der Drehgestelle fest verschraubt.

Der Raddurchmesser beträgt im Laufkreis 940 mm, die Entfernung von Mitte zu Mitte Achsschenkel in der Querrichtung 1850 mm. Der Achsschenkel ist der Lagerkonstruktion ent-

sprechend ausgebildet. Die Bedienung der Handbremse, welche nur auf ein Drehgestell wirkt, erfolgt von einem der an der Stirnseiten vorgebauten Bühnen aus durch ein Handrad.

Aufser Hülsenbuffern erhält der Wagen selbsttätige Scharfenberg-Mittelkuppelung.

2. Bauart Waggonfabrik A.-G. Uerdingen, Uerdingen (Rhein).

(Textabb. 2 und 3 und Abb. 9 bis 12 auf Taf. 38).

Dieser Grofsgüterwagen dient vornehmlich zur Beförderung von Schüttgütern backender Art wie Braunkohle usw. Zu diesem Zwecke ist er mit einem festen Sattel ausgerüstet, dessen Neigungswinkel zur besseren Entleerung in der oberen Hälfte 60° und in der unteren Hälfte 45° betragen. Der Sattel läuft ununterbrochen von Stirnwand zu Stirnwand und ist an drei Stellen durch Querversteifungen gut mit den Stirnwänden verbunden. In jeder Seitenwand befinden sich in den unteren Hälften je zwei Entladeklappen, welche um eine wagrechte, zur Seitenwand parallele Achse pendeln. Mit Rücksicht auf die fachwerkartige Versteifung der Seitenwände gegen Kräfte in der Gleisrichtung müssen die Klappen trapezförmig ausgebildet werden. Jede Klappe wird für sich geschlossen und geöffnet, und zwar durch einen an der Stirnseite angeordneten Handhebel, welcher vermittels umlegbaren Sperrgetriebes auf eine seitlich unter dem Wagen liegende Welle wirkt. Auf dieser sind aufser den Verschlufshaken, welche die Klappen in der Verschlufsstellung halten, zwei Kurbelschubgetriebe angeordnet, welche einmal die Klappen in der Offenstellung feststellen können, zum andern aber die Klappen an die Seitenwand heranziehen, damit sie von den Verschlufshaken sicher gefafst werden können.

Der Wagenkasten ist mit Rücksicht auf die Lichtraumausnutzung nach oben eingezogen und mit kräftigen Winkeln versteift. Ebenso sind die Rungen und Fachwerkstreben entsprechend kräftig gewählt. In der einen Stirnwand ist zur Betätigung der Handbremse ein offener Bremsersitz eingebaut, zu welchem auch der Notbremszug der Luftdruckbremse führt und für welche Tritte und Handgriffe vorgesehen sind.

Der Wagen besitzt keine Drehgestelle, sondern vier in einem Untergestellrahmen fest angeordnete Lenkachsen, welche sowohl in Quer- als auch Längsrichtung das zum Befahren von Krümmungen erforderliche Spiel gegen die vermittels Hilfslängsträgern an den Sattelblechen befestigten Achshalter besitzen. Die Sattelbleche sind durch sechs Querträger und die Kopfwände gut versteift, so dafs sie als Tragorgane wirken können.

Die Federn jeder Längsseite sind paarweise durch Längshebel ausgeglichen, während die zwei gegenüberliegenden Federpaare einer Wagenhälfte durch einen Querhebel ausgeglichen, wodurch eine ideelle Dreipunktlagerung des Kastens geschaffen wird. In Mitte Wagen sind zwei kräftige Zug- und Druckstreben angeordnet, in welche an den Enden die durch Ringfedern von 50 t Tragfähigkeit abgefederten selbsttätigen Willison-Kupplungen gelagert sind. Aufserdem ist die eine Stirnseite des Wagens mit Hülsenpuffern ausgerüstet.

Die Luftdruckbremse wirkt mit zwei Kunze-Knorr-Zylindern auf das Bremsgestänge und bremst den vollbeladenen Wagen im Mittel mit 67% und den unbeladenen im Mittel mit 68% ab. Als Lager kommen Jaegersche Rollenlager zur Verwendung. Die Wagenhöhe über S. O. beträgt 3530 mm, die lichte Breite 2800 mm, die Länge des Kastens 11050 mm. Der äufsere Radstand ist 7200 mm, der innere 4200 mm, der Überhang 1925 mm und der Raddurchmesser 940 mm. Die Tragfedern haben eine gestreckte Länge von 1250 mm von Mitte zu Mitte Auge und 12 Blatt von 120×13 mm Querschnitt. Das Eigengewicht beträgt etwa 22 t.

II. Flachbodenselbstentlader.

a) Mit umlegbarem Sattel. (Ziffer 3—5.)

3. Bauart »Malcher« der Oberschlesischen Eisenbahn-Bedarfs-A.-G., Gleiwitz.

(Textabb. 4 und Abb. 1 bis 4 auf Taf. 39).

Das Eigengewicht des Wagens beträgt etwa 25 500 kg. Durch eine Mittelwand ist der Wagen in zwei gleiche Teile geteilt. Er dient bei aufgestelltem Eselsrücken zur Beförderung von Massenschüttgütern, als Flachbodenwagen dagegen zur Beförderung von Stückgütern jeder Art.

Der Wagen läuft auf vier normalen Radsätzen mit einem Laufkreisdurchmesser von 940 mm, die als Lenkachsen angeordnet sind. Der Raddruck beträgt 9440 kg. Die Achsbüchsen sind normal und haben Rotgufslagerschalen, der Lagermetallausgufs ist auf der einen Wagenlängsseite in Lurgi-, auf der anderen in Calciummetall ausgeführt.

Der Wagen ruht auf acht Tragfedern mit folgenden Abmessungen: Länge in gestrecktem Zustande 1250 mm, Anzahl der Federlagen 13 mm, Stahlquerschnitt 120×13 mm.

Der Wagenkasten hängt mittels Federschaken an den Tragfedern. Durch Einbau einer Ausgleichvorrichtung ist bei Gleisbögen und Gleisunebenheiten ein Längs- und Querausgleich gewährleistet. Mit Hilfe dieser kann der Wagen Gleiskrümmungen bis zu 80 m Halbmesser ohne Schwierigkeit befahren.

Als Zug- und Stofsvorrichtung ist auf jedem Wagenende die selbsttätige Scharfenberg-Kuppelung angeordnet.

Die Hauptabmessungen des Untergestells sind:

Achsstand	4100 mm
Radstand eines Achspaares . . .	1500 »
Länge des Untergestells	10700 »
Länge über die Puffer gemessen . .	12000 »
Pufferstand des unbeladenen Wagens	1065 »

Das Untergestell besteht aus:

zwei Rutschblechen, 8 mm stark, die oben und unten durch je einen kräftigen Winkel versteift sind und gleichzeitig als äufsere Langträger dienen,

zwei mittleren Langträgern aus ⊏-Trägern 300×10×100×16,

zwei Doppel- und fünf einfachen Querträgern aus ⊏-Trägern 120×55×7×9. Rutschbleche und mittlere Langträger sind mittels Knotenblechen und eingepafsten Winkeln mit den Querträgern verbunden, aufserdem sind an den Querträgern beiderseitig starke, mit Winkeleisen eingefafste Stehbleche angeordnet, die den Untergestellrahmen versteifen. Zur Aufnahme des Pufferstofses sind zwischen mittlerem Langträger und Eckkonsol an den vier Wagenenden Diagonalstofsstreben aus ⊏-Trägern 145×60×8×8 angebracht, die mit einer vom Rutschblech zum mittleren Langträger gehenden 12 mm starken Knotenplatte verbunden sind. Zur Aufnahme der Bremszylinder dienen vier mit dem Untergestell verbundene Träger aus Winkeleisen 130×65×12. Die Kopfstücke des Untergestells werden gebildet durch je vier geprefste, 10 mm starke Konsolen, die sowohl mit dem Rutschblech, als auch mit dem mittleren Langträger vernietet sind.

Die Achshalter sind aus 18 mm starkem Universaleisen gefertigt und in der Längsrichtung durch gebogene Flacheisen von 60×15 mm Querschnitt, die am Doppelquerträger befestigt sind, versteift. Aufserdem sind die Achshalter der Länge nach unter sich, wie auch quer zur Wagenachse mit dem Rutschblech durch kräftige Winkel verbunden.

Zur Befestigung der Kastenrungen am Untergestell dienen aufser den vorhin erwähnten Eckkonsolen an jeder Seite fünf geprefste Konsolen, deren offene Seiten durch geprefste Deckbleche geschlossen sind.

Die Hauptabmessungen des Kastens sind:

Äufsere Länge des Wagenkastens	10700	mm
Lichte Länge des Wagenkastens	10688	»
Äufsere Breite des Wagenkastens	2830	»
Lichte Breite des Wagenkastens	2820	»
Lichte Kastenhöhe	2130	»
Von Schienenoberkante bis Oberkante Kasten	3460	»
Lichte Breite der Türöffnungen	1518	»
Lichte Höhe der Türöffnungen	1800	»
Höhe des Fufsbodens über Schienenoberkante bei 1065 mm Pufferstand	1330	»

Die einzelnen Felder der Seitenwände zwischen den Rungen bestehen aus gebuckelten Blechen von 5 mm Stärke, Stirnwände und Mittelwand aus glatten Blechen. Die Stirnwände sind über die Konsolen des Untergestells weggeführt und unten für die Scharfenberg-Kupplung mit einem Ausschnitt versehen.

Zur Entladung des Schüttgutes sind seitlich je vier grofse und je zwei kleine Entladeklappen angeordnet, die mit Gelenkbändern an dem Kastenrahmen befestigt sind. An den grofsen Entladeklappen sind Fangvorrichtungen angebracht, die das Zuschlagen der Klappen verhindern und eine restlose Entladung ermöglichen.

Die Türen sind aus gebuckelten Blechen hergestellt und entsprechen in ihrer Ausführung den Türen der normalen Güterwagen. Um bei Erschütterungen ein selbsttätiges Öffnen des Türverschlusses zu verhindern, ist eine umlegbare Türsicherung angebracht. Der Wagen hat in seinen beiden Abteilen je drei Stück umlegbare Bodenklappen, die für den Transport von Schüttgütern zu einem Eselsrücken aufgestellt werden.

Die Bodenklappen bestehen aus einem Winkeleisenrahmen, der durch Aufnieten eines Bleches versteift und mit kiefernen Brettern ausgefüllt ist.

Das Öffnen und Schliefsen der seitlichen Entladeklappen erfolgt durch je zwei unabhängig voneinander wirkende, von den Stirnseiten aus zu bedienende Daumenwellen, die durch Gelenkhebel gesteuert und durch eine geeignete Vorrichtung festgestellt werden. Es kann jede Wagenhälfte und jede Wagenseite für sich entladen werden.

Die Betätigung der Verschlufsvorrichtung erfolgt von einem Laufbrett aus, das beiderseitig an der Stirnwand des Wagens angebracht ist. Zum Besteigen der Laufbretter sind an jeder Stirnwandseite vier Riffelblechfufstritte angeordnet. Dem gleichen Zweck dienen je zwei Eckhandgriffe, je zwei an den mittleren Stirnwandrungen befestigte Aufsteiggriffe und je ein gebogener, über die ganze Stirnwandbreite gehender Laufhandgriff. An den oberen Wagenecken sind Signalstützen angeordnet.

4. Bauart Waggonfabrik L. Steinfurt A. G., Königsberg. (Textabb. 5 und 6 und Abb. 5 bis 8 auf Taf. 39).

Die Wagen erhalten Lenkgestelle Bauart »Steinfurt«, eiserne Untergestelle und Wagenkasten, an jeder Seite zwei trapezförmige Entladeklappen mit eingebauten zweiflügligen Ladetüren, eine Querscheidewand, umklappbare Eselsrücken und selbsttätige Mittelpufferkupplung Bauart »Scharfenberg«.

Der Wagenkasten ruht am Bremsende unmittelbar auf den im Lenkgestell eingebauten Tragfedern, am anderen Ende unter Einschaltung von Querschwingen auf den Tragfedern des Lenkgestells, so dafs der Wagenkasten theoretisch als in drei Punkten unterstützt betrachtet werden kann.

Ähnlich wie bei zwei- und dreiachsigen Wagen die einzelne Achse als freie Lenkachse im Untergestell geführt ist, werden hier paarweise im Lenkgestell gekuppelte Achsen im Untergestell geführt. Die paarweise angeordneten Achsen werden durch die Schwanenhalsträger des Lenkgestells gekuppelt. Diese bestehen aus zwei Blechen von 13 mm Stärke, die durch U-Eisen 200 × 8,5 × 75 × 11,5 miteinander verbunden sind. Mittels Stahlgufsstücken, welche zwischen die Schwanenhälse genietet sind, ruht der Schwanenhalsträger, in Zapfen von 59,5 mm Stärke oben und unten geführt, auf den Rollenlagern. Die Schwanenhalsträger sind in der Mitte miteinander durch ein Rohr von 80 mm äufserem, 60 mm innerem und durch vertikale Bolzen von 59,5 mm Durchmesser verbunden. Um letzteren schwingend ist in jedem Schwanenhalsträger ein dreiarmig ausgebildetes Führungsstück angeordnet. Die Seitenarme dieser Führungsstücke sind durch Zugstangen derart miteinander verbunden, dafs die Lenkgestelle sich mittels der Gleitstücke an dem dritten Hebelarm um die vertikale Mittelachse des Lenkgestells in Gleisbögen einstellen können. Durch Anschlagwinkel aus Winkeleisen 65 × 65 × 9 ist der Anschlag des Lenkgestells in Bögen gegen die Lenkgestellführung am Wagenkasten auf 35 mm nach beiden Richtungen hin begrenzt.

Die Wagen laufen auf Radsätzen mit 90 mm Durchmesser im Laufkreis. Die Wagen erhalten Rollenlager der Bauart »Riebe-Werke«, Berlin-Weisensee.

Zwischen den Tragblechen sind in schrägen Gehängen ruhend die Tragfedern untergebracht, die aus geripptem Federstahl von 120 × 16 mm Querschnitt und bei einer gestreckten Länge von 1200 mm aus 14 Lagen bestehen.

Die Federbunde werden auf den Federn durch Spaltkeile gehalten. Das Verschieben der Federblätter gegeneinander verhindern eingedrückte Warzen. Die Federbunde am Bremsende des Wagens sind als Kugelpfannen ausgebildet, worin der Wagenkasten mittels eines am Querträger angenieteten Kugelzapfens ruht. Die Federbunde am Nichtbremsende des Wagens sind gabelförmig gestaltet und mit den hier angeordneten Querschwingen, welche die Dreipunktlagerung bewirken, durch Bolzen verbunden.

Die Federgehänge haben die bisher übliche Form, sind aber verstärkt und ruhen mittels Bolzen drehbar im Schwanenhals.

Als Zug- und Stofsvorrichtung dient die selbsttätige Mittelpufferkupplung Bauart »Scharfenberg« mit Zug- und Stofsfederung (Uerdinger Ringfeder) Bauart »Kreissig«.

Hauptmafse des Wagens:

Radstand der Lenkgestelle	1600	mm
Abstand der Lenkgestelle voneinander	4000	»
Gesamtlänge des Wagens zwischen den Endflächen der Puffer	11640	»
Äufsere Länge des Untergestells	10300	»

Das Untergestell besteht aus zwei Langträgern, die sich aus einem Stegblech von 480 mm Breite und 8 mm Stärke, einem Obergurtwinkel von 65 × 65 × 9 mm Querschnitt, einem Untergurtwinkel von 100 × 100 × 10 mm Querschnitt zusammensetzen, sowie aus zwei oberen Langstreben aus Winkeleisen von 135° Schenkelwinkel und 65 × 65 × 10 mm Querschnitt, zwei unteren Langstreben aus Winkeleisen 100 × 100 × 10 mm, die gleichzeitig als Anschlagfläche für die Entladeklappen dienen, einem festen wagerechten Fufsbodenblech von 1106 mm Breite und 7 mm Stärke, zwei seitlichen Rutschblechen von 1158 mm Breite und 7 mm Stärke, zwei Pufferbohlen aus U-Eisen 300 × 10 × 75 × 10 mm, einem Hauptquerträger ohne Querschwingen, einem Hauptquerträger mit Querschwingen (am Nichtbremsende), fünf Querträgern, zwei Bremszylinderträgern.

Als Kopfstück dienen zwei U-Eisen 200 × 75 × 10 × 10 mm, welche mit dem Steg wagrecht liegend zwischen den mittleren Längsträgern und den seitlichen Rutschblechen angeordnet sind. Die Befestigung des U-Eisens mit den schrägen Rutschblechen erfolgt durch doppelwinklig gebogene Bleche, welche bis zum ersten Querträger reichen und in Verbindung mit den schrägen Rutschblechen die Pufferstofskräfte aufnehmen und nach dem mittleren Längsträger und äufseren Bodenrahmen fortleiten.

Wagenkasten:

Äufsere Länge des Wagenkastens	10300 mm
Lichte Länge des Wagenkastens	10290 »
Äufsere Breite des Wagenkastens	2740 »
Lichte Breite des Wagenkastens	2730 »
Breite des Wagenkastens über die am weitesten vorspringenden Teile gemessen	3080 »
Höhe des Wagens über S. O.	3750 »
Höhe der Seitenwand	3207 »
Höhe der Stirnwand über Fufsbodenoberkante	2300 »
Breite der Öffnung für die Ladeklappe oben	666 »
Breite der Öffnung für die Ladeklappe unten	3446 »
Breite der Türöffnung	1290 »
Höhe der Fufsbodenoberkante bei einer Pufferhöhe von 1060 mm	1450 »

Das Kastengerippe besteht aus:

4 Eckrungen aus Winkeleisen,
1 Kastenrahmen aus U-Eisen,
1 oberen Versteifungsrahmen aus Winkeleisen,
8 schrägen Seitenrungen, aufsen Winkel,
8 schrägen Seitenrungen, innen Winkel,
8 senkrechten Seitenrungen T-Eisen, die gleichzeitig die Blechstöfse verdecken und
4 Stirnwandrungen aus U-Eisen.

Das Auflager für die Bodenklappen besteht aus Flacheisen von 60×15 mm Querschnitt und ist mit Zwischenkloben von 20 mm Stärke an die Seitenwand bzw. Ladeklappe angenietet.

Das Seitenwandblech ist 5 mm stark und sowohl senkrecht wie wagerecht unterteilt. Die wagerechte Stofsfuge liegt in Höhe des Fufsbodens. Das untere Seitenwandblech ist durch einen 135°-Winkel an die untere Längsstrebe des Untergestells angenietet. Die Stofsfugen zwischen den Rutschblechen und der Seitenwand sind durch Winkeleisen verdeckt und versteift. Die Seiten- und Stirnwände sind oben in 300 mm Breite um 120 mm eingezogen und durch vier Futterstücke an jeder Seitenwand und zwei Futterstücke an jeder Stirnwand abgesteift. Ferner dienen zur Versteifung der oberen Kastenverbindung die Lagerwinkel für die Ladeklappen, an jeder Seite acht Stück Winkeleisen. Die Querscheidewand ist 5 mm stark und besteht aus zwei Blechen. Die Stofsfuge ist durch eine Runge verdeckt und versteift. Als obere Querversteifung dienen zwei Winkeleisen, der Anschlufs an die Seitenwand wird ebenfalls durch Winkeleisen hergestellt. Als Auflager für den Eselsrücken dienen gleichfalls Winkeleisen 50×50×7 mm, den Anschlufs an die schrägen Rutschbleche bilden Winkeleisen 65×65×10 mm von 135° Schenkelwinkel.

Die Entladeklappe besteht aus 5 mm starkem Blech und ist in Höhe des Fufsbodens wagerecht unterteilt. Zur Versteifung dienen vier U-Eisen, von denen zwei der Trapezform der Klappe entsprechend gebogen sind. Sie sind mittels zweier 50 mm starker Bolzen am oberen Kastenrahmen drehbar gelagert. Als Versteifung dienen Winkeleisen, die durch Trittstufen aus 4 mm starken, 170 mm breiten, am Rande nach unten umgebördelten Riffelblechen verstärkt sind.

Die Rungen sind unten so ausgebildet, dafs sie die Verschlufsösen, die auf einer 45 mm starken Welle warm aufgezogen werden, fassen können.

Die Welle ist an vier Punkten mit Augenlagern an der unteren Längsstrebe drehbar gelagert. Sie wird von der Stirnwand aus durch Handrad betätigt. Die Bewegungs- und Kraftübertragung geschieht durch Schneckenrad und Zahnradsegment.

Die Ladetür pafst sich der trapezförmigen Gestalt der Entladeklappe an, sie ist 1926 mm hoch, unten 1310 mm, oben 680 mm breit. Die Tür besteht aus 5 mm starkem Blech mit Rahmen aus Winkel- und Flacheisen. Die beiden Türflügel sind um je zwei an die Runge der Klappe angenietete Gelenke drehbar. Der Riegel wird wie beim offenen 20 t-Wagen mittels Handhebel betätigt; er greift beim Abwärtsbewegen mit seinem unteren Ende in eine an die Klappe angenietete Rast ein, am oberen Ende ist er als doppelter Hammerkopf ausgebildet und fafst beim Abwärtsbewegen ebenfalls in Rasten ein, die am oberen Kastenrahmen angenietet sind.

Die Fufsbodenklappen bestehen aus 7 mm starken Blechen von 1020 mm Breite; sie sind durch je drei Winkeleisen verstärkt, die zum Teil Grifflöcher enthalten. An der Oberseite befinden sich Handgriffe aus 10 mm starkem Rundeisen; sie sind in Griffhaltern drehbar gelagert.

An die festen Rutschbleche sind die Klappen mit je drei Gelenken befestigt. Sämtliche Nieten sind beiderseits versenkt. Die Klappen werden beim Aufrichten so gehandhabt, dafs zuerst die äufsersten Klappen an der Stirn- und Scheidewand aufgerichtet werden; die folgenden stützen sich dann auf die vorhergehenden. Umgekehrt wird beim Herabklappen die mittlere Klappe zuerst herabgeklappt.

Die Bremse wird durch eine Handkurbel, die an einer Stirnwand in 3150 mm Höhe über S. O. um eine horizontale Achse drehbar gelagert ist, betätigt. Die Bewegung des Bremsgestänges wird durch Kegelradübertragung bewirkt. Der Bremserstand befindet sich in 2200 mm Höhe über S. O.

Zu beiden Seiten führt eine eiserne Sprossenleiter hinauf, die gleichzeitig als Stütze des Fufsbodens des Bremserstandes dient. Das Sitzbrett ist mit der Rücklehne gekuppelt und zum Aufklappen eingerichtet. Aufgeklappt wird es durch eine federnde Falle gehalten. An der Bremsstirnwand ist aufserdem ein Handgriff zur Betätigung des Notbremshahnes angebracht.

(Schlufs folgt.)

Zu einer dynamischen Theorie des Eisenbahnoberbaues.

Von Dr. Ing. **Dreyer**, Regierungsbaurat in München.

Die statische Theorie des Eisenbahnoberbaues setzt bekannte unveränderliche Lasten voraus. Tatsächlich sind die an einer Eisenbahnschiene angreifenden äufseren Kräfte selbst im normalen Betrieb auf einem von Zufälligkeiten freien, geraden Gleis ihrer Gröfse nach veränderlich und unbekannt. Die Ursachen dieser Veränderlichkeit liegen teils in dem Einflufs, den bewegte Maschinenteile, das Federspiel usw. auf den Raddruck nehmen, teils in der Wechselwirkung zwischen Gleis und Fahrzeug. Eine dynamische Theorie des Eisenbahnoberbaues mufs daher in erster Linie zum Ziele haben, die Gröfse der im Betriebe tatsächlich angreifenden Kräfte und die durch diese hervorgerufenen Beanspruchungen zu ermitteln. Der Verfasser hat es in einer kleinen Abhandlung*) unternommen, zu einer Klärung dieser Fragen beizutragen. Der verhältnismäfsig grofse Umfang der erforderlichen Rechnungen gestattet es nicht, im Rahmen eines kurzen Aufsatzes das vorgeschlagene Verfahren ausführlich zu begründen und seine Ableitung wiederzugeben. Er sollen daher hier nur in allgemeiner Form der Gedankengang und die zu erwartenden Ergebnisse kurz beleuchtet werden.

Der Berührungspunkt zwischen der Schiene und dem Rad, das sich unendlich langsam über das Mittelfeld eines Trägers

*) Beiträge zu einer dynamischen Theorie des Eisenbahnoberbaues München 1924 Verlag von J. A. Mahr, München, Kontorhaus Stachus.

auf vier elastischen Stützen bewege, beschreibt hierbei eine Bahnkurve, die in der Form

$$y = Q\,(a_0 + b_0\,\xi^2 + c_0\,\xi^4 + d_0\,\xi^6) \;\ldots\ldots\; 1)$$

darstellbar ist. Hierin ist $\xi = \frac{x}{\frac{1}{2} a'}$, bezogen auf die Mitte des Trägerfeldes als Koordinatenanfangspunkt; a' der Schwellenabstand; a_0, b_0, c_0, d_0 bedeuten Formgrößen des Oberbaues.

Befährt nun eine Lokomotive mit der Geschwindigkeit c $\left(\text{in } \frac{cm}{sec}\right)$ das Gleis, das in der Geraden liege und von Unregelmäfsigkeiten frei sei, und ist $G_{(x)}$ der auf das Rad treffende veränderliche Teil des Gewichts des Untergestells, dem eine Masse $m_{(x)}$ entspreche, $P_{(x)} - G_{(x)}$ der des Lokomotivüberbaues, so wirkt auf den materiellen Punkt eine Gesamtkraft

$$Q_{(x)} = P_{(x)} - m_{(x)}\,c^2\,\frac{d^2 y}{d x^2}.$$

Die Differentialgleichung der Bahnkurve für bewegte Last lautet dann in allgemeinster Form

$$\frac{d^2 y}{d\xi^2} + \frac{a'^2}{4\,m_{(x)}\,c^2} \cdot \frac{1}{a_0 + b_0\,\xi^2 + c_0\,\xi^4 + d_0\,\xi^6}\,y = P_{(x)}\,\frac{a'^2}{4\,m_{(x)}\,c^2} \;\ldots\; 2)$$

Diese erweiterte lineare Differentialgleichung II. Ordnung, die eine erzwungene Schwingung mit zeitlich veränderlicher Elastizitätsstärke darstellt, liefert die gewünschten Einblicke in das Kräftespiel im befahrenen Gleis, sobald es gelingt, die Funktionen der Krafterreger $G_{(x)}$ und $P_{(x)}$ zu ermitteln und in die Differentialgleichung einzusetzen.

Stellt man sich den Schienenträger — abgesehen von den durch die Schienenstöfse beeinflufsten Feldern — als eine Aufeinanderfolge des Mittelfeldes eines Trägers auf vier elastischen Stützen vor, so läfst sich die elastische Kraft als periodisch auffassen. Bei den eigentümlichen Verhältnissen im Oberbau gelingt es dann mit $\tau = \pi\,\xi$ und $\frac{1}{a_0 + b_0\,\xi^2 + c_0\,\xi^4 + d_0\,\xi^6} = \frac{\pi}{1^2}\left(\frac{1}{a_0} + f(\tau)\right)$ durch entsprechende Zwischenrechnungen die Diff. Gl. 2) überzuführen in folgendes System einander überlagernder erzwungener Schwingungen mit konstanter Elastizitätsstärke:

$$\text{I.}\quad \frac{d^2 y_1}{d\tau^2} + \frac{a'^2}{4\,\pi^2\,m_{(x)}\,c^2} \cdot \frac{1}{a_0}\,y_1 \;\ldots\ldots\ldots\; = P_{(x)}\,\frac{a'^2}{4\,\pi^2\,m_{(x)}\,c^2};$$

$$\text{II.}\quad \frac{d^2 y_2}{d\tau^2} + \frac{a'^2}{4\,\pi^2\,m_{(x)}\,c^2} \cdot \frac{1}{a_0}\,y_2 + \frac{a'^2}{4\,\pi^2\,m_{(x)}\,c^2}\,f(\tau)\,y_1 = 0;$$

$$\text{III.}\quad \frac{d^2 y_3}{d\tau^2} + \frac{a'^2}{4\,\pi^2\,m_{(x)}\,c^2} \cdot \frac{1}{a_0}\,y_3 + \frac{a'^2}{4\,\pi^2\,m_{(x)}\,c^2}\,f(\tau)\,y^2 = 0; \text{ usw.}$$

Die Lösungen dieser Differentialgleichungen können in der Form angegeben werden:

$$y_n = A_n \sin \alpha\tau + B_n \cos \alpha\tau\, P a_0.$$

Wenn vorübergehend die angreifenden Kräfte $P_{(x)}$ und $G_{(x)}$ als konstant angesehen werden, ergibt sich, dafs die Bahnkurve für bewegte Last sich aus einer die speziellen erzwungenen Schwingungen darstellenden Parallelen zur X-Achse und überlagernden Eigenschwingungen des Systems zusammensetzt. Die Schwingungsdauer der Eigenschwingungen, deren absolute Gröfse gegenüber dem Gesamtschwingungsvorgang übrigens relativ klein ist, verkleinert sich mit einer Ermäfsigung der Geschwindigkeit; bei wachsender Fahrgeschwindigkeit nimmt die Bahnkurve also einen gestreckteren Verlauf als bei langsamer Fahrt. Die Auswertung dieser Schwingungen, die hier zu weit führen würde, bietet keinerlei Schwierigkeiten.

Die weiteren Untersuchungen haben zum Ziel, die Einflüsse auf die Veränderlichkeit des Raddruckes beim normalen Gang der Fahrzeuge auf einer geraden, von Unstetigkeiten freien Gleisstrecke in die Ausdrücke für $P_{(x)}$ und $G_{(x)}$ der Grundgleichung 2) einzuführen, um aus den dadurch erzeugten Schwingungsvorgängen die tatsächlich angreifenden Raddrücke und die jeweils möglichen Höchstbeanspruchungen zu ermitteln. Als Beispiel für das Vorgehen sei hier nur der Einflufs des Federspiels eines Wagens kurz behandelt.

Ist der Wagenkasten durch irgend einen Anstofs aus seiner Gleichgewichtslage gebracht, so führt er einfache Drehschwingungen aus, die Belastungsschwankungen auf die Schienen verursachen.

Bezeichnet Φ das auf die Drehachse bezogene Trägheitsmoment des beladen gedachten Wagenkastens (in kgcm sec^2), φ den Drehwinkel, u den Achsstand, s die Zusammendrückung, die eine Feder durch die Lasteinheit erfährt, so ist der Verlauf der Drehschwingungen genügend genau gegeben durch

$$\Phi\,\frac{d^2\varphi}{d t^2} = \frac{u^2}{s}\,\varphi.$$

Über den Ablauf der Schwingung ist bekannt, dafs infolge der durch die Fahrzeugkonstruktion gezogenen Grenzen

$$\varphi_{\substack{max\\min}} = \pm \frac{r}{u/2}$$

ist, wenn r die Sprengung der Feder für das beladene Fahrzeug angibt. Bei entsprechender Wahl der Anfangsbedingungen wird mit

$$t = \frac{x}{c} = \frac{a'}{2\pi c}\,\tau \text{ und } \beta' = \frac{a' u}{2\pi c}\sqrt{\frac{1}{\Phi s}}$$

$$\varphi = \frac{2r}{u}\,\sin\,\beta'(\tau + \pi).$$

Sieht man von der Stofswirkung auf den Federbock ab, so tritt in der Schwingungsgleichung des Oberbaues als weiteres Glied der Störungsfunktion, das den Einflufs des Federspiels auf die Veränderlichkeit des Raddruckes kennzeichnet, hinzu

$$F = \frac{u}{2s}\,\varphi = \frac{r}{s}\,\sin\,\beta'(\tau + \pi).$$

Damit erscheint nach einigen Zwischenrechnungen die Oberbauschwingung in genügender Annäherung endlich in der Form

$$\underbrace{y = P\,(\omega - a_0)\cos\alpha\,(\pi + \tau) + P\,a_0}_{\text{I}}$$

$$\underbrace{+ \frac{r\,a'^2}{4\,\pi^2\,m_{(x)}\,c^2\,s\,(\alpha^2 - \beta'^2)}\left[\sin\beta'(\tau + \pi) - \frac{\beta'}{\alpha}\sin\alpha\,(\tau + \pi)\right]}_{\text{II}}.$$

Die Glieder I, in denen

$$\alpha = \frac{a'}{2\pi c}\sqrt{\frac{1}{m\,a_0}} \text{ und } \omega = [a_0 + b_0\,\xi^2 + c_0\,\xi^4 + d_0\,\xi^6]_{\xi-1}$$

kennzeichnen die gewöhnliche Oberbauschwingung y_1 unter dem konstanten Raddruck P; vornehmlich das Glied II gibt die Einwirkung des Federspiels auf die normalen Schwingungen an, während das letzte Glied eine der Gröfse nach untergeordnete überlagernde Schwingung darstellt, beide zusammen in der Abb. 1 mit $\bar{y}$ bezeichnet.

Die beigegebene Abbildung soll lediglich ein Bild von dem Einflufs des Federspiels zeigen. Unter den der Rechnung zugrunde gelegten Verhältnissen, auf die aus Raummangel im einzelnen nicht näher eingegangen wird, würde die tatsächlich an der Schiene angreifende Kraft vorübergehend um 87 % der Ruhelast gesteigert, um dann wieder auf 16 % des ruhenden Raddruckes zurückzugehen.

In gleicher Weise können systematisch die einzelnen Krafterreger eingeführt werden. Wenn die Funktionen gewisser Einflüsse nicht einzeln auf direktem Wege ermittelt werden können, so ermöglicht schliefslich die Verwertung von Achslagerdruckdiagrammen ihre Berücksichtigung.

Von grofser Bedeutung für die Beanspruchung des Eisenbahnoberbaues sind bekanntlich die Kraftwirkungen, die durch Unregelmäfsigkeiten der Gleislage und des Fahrzeugzustandes

verursacht werden Sie sind allerdings umso unsicherer in die Rechnung einzustellen, als man hinsichtlich der absoluten Gröfse und zum Teil auch der Wirkungsweise der sie hervorrufenden Ursachen zu mancherlei Annahmen und Vereinfachungen genötigt ist. In der Differentialgleichung der Oberbauschwingungen verlaufen dann die Funktionen der elastischen Kraft und der Störungsfunktion unregelmäfsig oder sind mit Sprüngen behaftet; sie können in hinreichender Annäherung durch stückweise konstante Funktionen ersetzt werden. Dadurch erhält man ein System von Differentialgleichungen II. Ordnung mit zeitlich konstanter Elastizitätsstärke, die innerhalb ihres Gültigkeitsbereiches die Schwingungen mit genügender Annäherung ergeben in der Form

$$Y_n = A_n \sin \alpha\tau + B_n \cos \alpha\tau + Z(\tau).$$

Die Integrationskonstanten werden für das erste Teilstück aus den Anfangsbedingungen ermittelt, für alle folgenden aus der Forderung eines stetigen Verlaufes der Bahnkurve, nach der, abgesehen von den Schienenstöfsen, an den Intervallgrenzen Ordinaten und Tangenten der Neigungswinkel einander gleich werden müssen.

Auch die Berechnung der wichtigsten Stetigkeitsunterbrechung im Eisenbahnoberbau, des Schienenstofses, kann in ähnlicher Weise erfolgen.

Für die Ermittlung der absoluten Gröfse der Schwingungsausschläge läfst sich die Berücksichtigung der Dämpfung nicht immer umgehen. Die Ursachen der Dämpfung und das Gesetz, dem sie folgt, sind zur Zeit noch nicht ausreichend bekannt. Eine dämpfende Wirkung kommt jedenfalls den mancherlei Reibungserscheinungen zu, die zwischen den einzelnen Oberbauteilen auftreten, ferner dem Gewicht des Oberbaues, endlich der Bettung und dem Untergrund, hier unter dem Einflufs der elastischen Nachwirkung, die die Senkungen und vor allem die Wiederanhebungen der Bettung verhältnismäfsig langsam erfolgen läfst. Die bekannte Winklersche Beziehung trägt diesen Verhältnissen keine Rechnung. Durch vereinfachende Annahmen und schrittweises Vorgehen kann man jedoch ein annäherndes Bild über den Einflufs einzelner Ursachen der Dämpfung gewinnen.

Auch die Einführung eines Systems fest miteinander verbundener Einzellasten, wie es im Betrieb bei den Lokomotiven zur Wirkung kommt, kann ohne Schwierigkeit derart erfolgen, dafs die Gleichung der Bahnkurve für Ruhelast ermittelt wird, die die Funktion der elastischen Kraft bestimmt. Allerdings wird in diesem Falle die Betrachtung eines Trägers auf acht elastischen Stützen erforderlich.

Aus den auf obigem Wege ermittelten Schwingungen kann ferner Einblick in gewisse Wechselbeziehungen zwischen dem Gleis und den Fahrzeugen gewonnen werden; aus den Resonanzbedingungen insbesondere lassen sich »kritische Verhältnisse« zwischen einzelnen Oberbauteilen oder zwischen diesen und den Einzelteilen der Fahrzeuge und deren sonstigen Eigenschaften erkennen. Wenn nun auch im Eisenbahnoberbau eine Resonanz nicht ganz zu vermeiden ist, so ist doch andererseits weniger eine unmittelbar gefahrdrohende Beanspruchung wie etwa bei Brücken als vielmehr die Häufigkeit ungünstiger Anstrengungen der Baustoffe und der schnelle Wechsel bei ihrem Auftreten mafsgebend, da gerade durch diese die Abnützung in hohem Mafse beschleunigt werden kann. Man wird daher, soweit nicht andere Forderungen entgegenstehen, ein häufiges oder gar regelmäfsiges Eintreten einer Resonanz nach Möglichkeit zu vermeiden suchen.

Abb. 1. Schwingungsverlauf unter Einflufs des Federspiels eines Wagens.

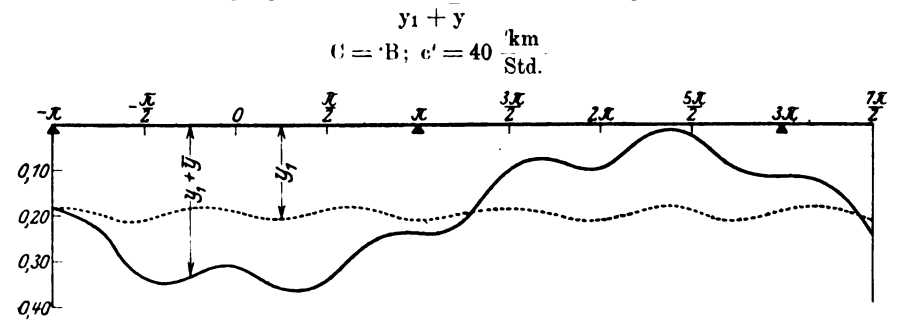
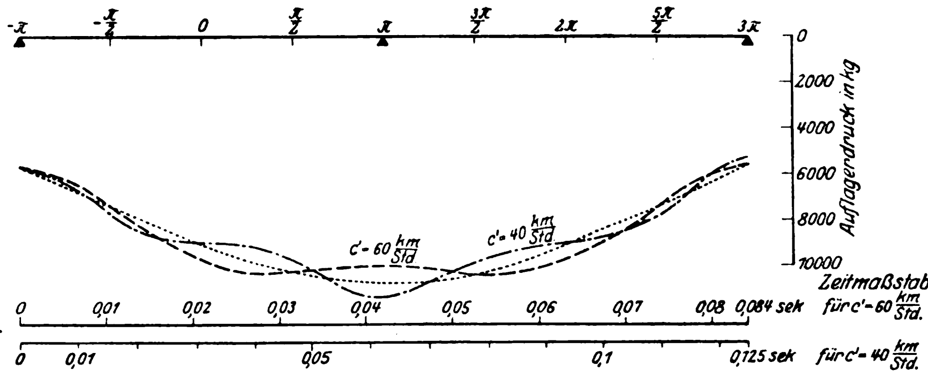


Abb. 2. Einflufslinien für Auflagerdruck, Schwellensenkung usw. unter bewegter Last.



Die zur Beurteilung der Beanspruchung eines Oberbauteiles zweckmäfsigen Einflufslinien lassen sich ohne weitere Schwierigkeiten aus den Schwingungsgleichungen ableiten. Unter Fortlassung der immerhin etwas umfangreichen Rechnung seien hier als Beispiel nur die Vertikalschwingungen einer Querschwelle unter einer der Gröfse nach konstanten bewegten Last angeführt worden, von denen die Abb. 2 ein Bild vermittelt. Es ist von Wert, diese Darstellung mit den Beobachtungsergebnissen von Wasiutynski zu vergleichen, wenn man an die errechnete Schwingung den Zeitmafsstab legt. Hier wie dort erkennt man deutlich den Einflufs der Eigenschwingungen.

Von der wichtigen Bahnkurve für bewegte Last ausgehend, können auf dem vorgeschlagenen Wege die Untersuchungen weiter ausgebaut und durch ziffernmäfsige Auswertung gewisse Fingerzeige für eine weitere Durchbildung des Eisenbahnoberbaues gewonnen werden, wozu die vorstehenden Zeilen anregen möchten.

Ein eigenartiger Eisenbahnunfall.

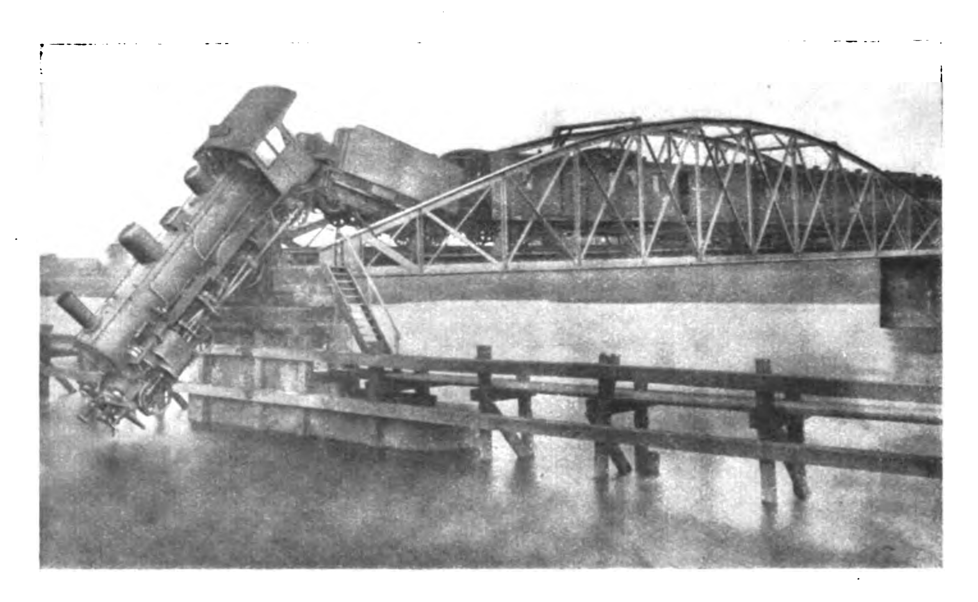
Über einen, allerdings schon über ein Jahrzehnt zurückliegenden Unfall, der zu einer folgenschweren Katastrophe hätte werden können, durch eigenartige, glückliche Begleitumstände aber in seinem Umfang und seiner Tragweite beschränkt blieb und daher festgehalten zu werden verdient, sei nachträglich ein Bericht gebracht.

Im Zuge der von der R. B. D. Oldenburg betriebenen Strecke Oldenburg—Leer—Neuschanz überquert die Bahnlinie zwischen den Bahnhöfen Hilkenborg und Weener mit einer Drehbrücke die Ems. Am 26. Juli 1913 ging bei der R. B. D. Oldenburg folgende telegraphische Meldung ein: »Lokomotive des Zuges 232 bei geöffneter Brücke in die Ems gefahren. Lok. hängt mit 3 Achsen über den östlichen Pfeiler hinab und wird in dieser Lage durch den dahinterstehenden Zug gehalten.« In einem weiteren Telegramm wies die zuständige Bahnmeisterei bereits darauf hin, dafs für die Aufgleisung voraussichtlich die Verwendung eines Schiffkrans in Frage komme.

In der Nacht vom 25. zum 26. Juli 1913 um 12.05 Uhr war der Personenzug von dem östlich der Emsbrücke, unmittelbar am Deich gelegenen Haltepunkt Hilkenborg bei auf Halt stehendem Signal und offenstehender Brücke abgefahren. Die

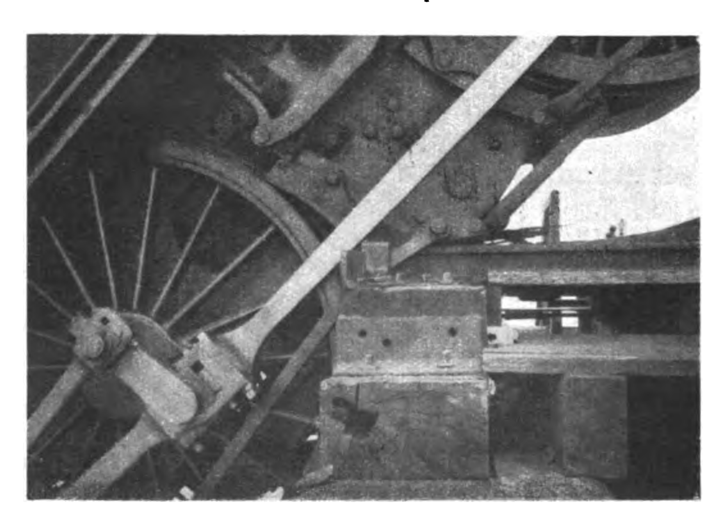
Entfernung von dem Brückendeckungssignal (Hauptsignal), bei welchem die Lokomotive in Hilkenborg gehalten hatte, bis zur östlichen Drehbrückenöffnung beträgt etwa 270 m. Als der Lokomotivführer sich der Öffnung schon auf etwa 100 m genähert hatte, bemerkte er plötzlich, dafs die Drehbrücke nicht geschlossen war. Zunächst hatte er sich durch den über dem Strom lagernden Nebel täuschen lassen und im Schein der

Abb. 1. Eisenbahnunfall an der Emsbrücke bei Weener.



Lokomotivlaternen die quergedrehte Brücke für einen Nebelstreif gehalten. Erst nachdem ihm zum Bewufstsein gekommen war, dafs er mit seinem Zuge der geöffneten Brücke zufuhr, schlofs er den Regler, setzte die Luftdruckbremse in Tätigkeit und beauftragte auch seinen Heizer, die Handbremse des Tenders anzuziehen. Dank dem kurz voraufgegangenen Halten näherte sich der Zug mit nur geringer Geschwindigkeit der Brückenöffnung und er kam knapp vor der Brückenöffnung nahezu zum Stillstande, so dafs der Lokomotivführer bereits glaubte, die Gefahr noch glücklich abgewendet zu haben. Verhängnis! — der Zug schob nach und die Lokomotive glitt langsam in die Brückenöffnung hinein, so dafs die beiden vorderen Laufachsen und die erste Triebachse der 2B-Personenzuglokomotive »Venus« frei in der Luft schwebten. Der Federausgleichhebel zwischen erster und zweiter Triebachse stützte sich auf die Kante des Brückenpfeilers, das hintere Ende der Lokomotive kippte nach oben, nahm auch den Tender,

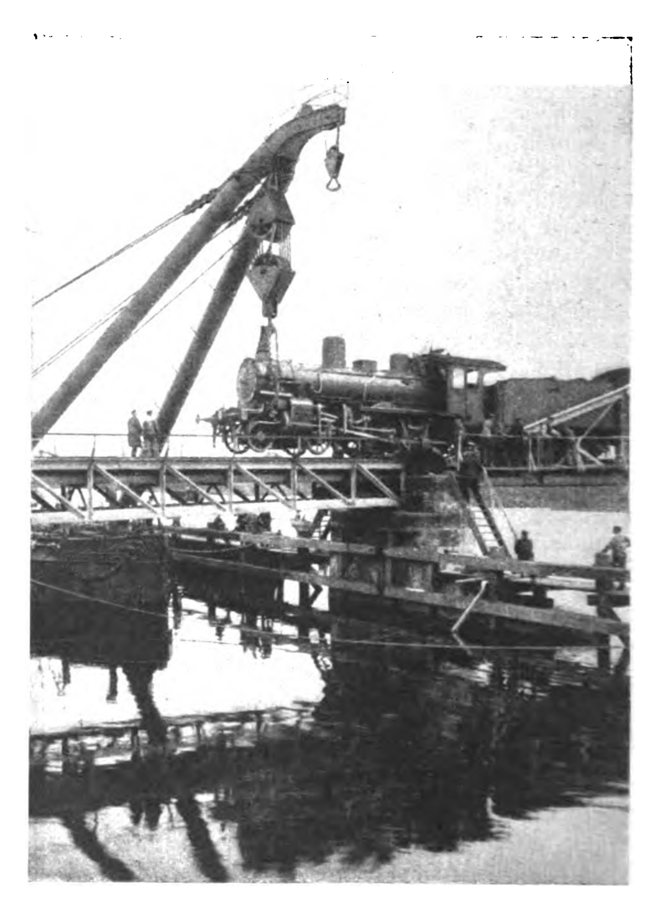
Abb. 2. Die Lokomotive stützt sich mit dem Federausgleichhebel auf den Brückenpfeiler.



der sich hinten auf die Bahnräumer aufsetzte, mit hoch. Durch den Tender und den dahinter stehenden Zug wurde die Lokomotive vor dem gänzlichen Absturz bewahrt. Die Kupplung zwischen Lokomotive und Tender bog sich nach oben durch, hielt der aufsergewöhnlichen Beanspruchung aber stand.

Nachdem das Lokomotivpersonal sich überzeugt hatte, dafs die Lokomotive in dieser gefahrvollen Lage hängen blieb, stellte es die Dampfstrahlpumpen an, zog, soweit möglich, das Feuer aus der Feuerkiste heraus und dämpfte den Rest des Feuers durch Aufwerfen angenäfster Kohlen ab. Bei dem gerichtlichen Verfahren fiel dies mannhafte Verhalten des Lokomotivpersonals

Abb. 3. Lokomotive im Geschirr des Schwimmkrans.



das die Lokomotive trotz der drohenden Gefahr, mit ihr in die Fluten der Ems abzustürzen, erst verliefs, nachdem es einem Ausglühen der Feuerkiste, wenn nicht gar gröfserem Unheil vorgebeugt hatte, strafmildernd ins Gewicht. Der Lokomotivführer kam mit einer Geldstrafe davon.

Die Fahrgäste des Zuges (10 Personen) blieben vorläufig in den Wagen, sie waren sich der Gefahr, in der sie geschwebt hatten, nicht bewufst geworden. Durch das Zugbegleitpersonal wurden sie auf den Trittbrettern zum östlichen Ende der Brücke zurückgeführt; ein Zurückgeben auf der Brücke selbst wäre, da ein Laufsteg nicht vorhanden, gefahrvoll gewesen.

Der Brückenwärter auf dem westlichen Emsufer hatte wohl bemerkt, dafs sich der Zug 232 von Hilkenborg aus in Bewegung setzte, obwohl die Brücke noch nicht geschlossen war. Der rechtzeitige Schlufs der Brücke war dadurch verzögert worden, dafs sich ein kleines Segelschiff stromabwärts der Brücke näherte. Damit dieses nicht gegen die Brücke antrieb, hatte der Brückenwärter die Brücke noch nicht geschlossen. Als der Brückenwärter die dem Zug drohende Gefahr bemerkte, stellte er sofort den Elektromotor an, um die Brücke zu schliefsen. Es gelang jedoch der Schlufs nicht vollständig, beim Abgleiten der Lokomotive in die Brückenöffnung war die Brücke bis auf etwa 2 m an den Schlufs herangedreht.

Nach Eintreffen des Hilfszuges an der Unfallstelle wurden die verschiedenen Möglichkeiten der Aufgleisung geprüft. Um den Zugverkehr alsbald wieder aufnehmen zu können, kam in Frage, die Lokomotive durch Zerschneiden des Kupplungshakens zwischen Lokomotive und Tender in die Ems abzustürzen. Eine Bergung der in den Flufs abgestürzten Lokomotive hätte jedoch grofse Schwierigkeiten bereitet, es wurde daher von einem Abstürzen der Lokomotive abgesehen. Ein Heben der Lokomotive durch Prahm vom Flufs aus stiefs wegen des wechselnden Wasserstandes auf übergrofse Schwierigkeiten (Oberkante Schiene 6,6 m über Niedrigstwasserstand). Man entschlofs sich daher, die Lokomotive mittels Schwimmkrans zu heben. Ein solcher wurde von der ehemaligen Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven gechartert. Mit zwei Seeschleppern mufste der Schwimmkran über See nach Emden gebracht werden, von wo ab die weitere Schleppung Ems aufwärts des niedrigen Wasserstandes wegen mit Flufsschleppern bewirkt werden mufste. Der Schwimmkran ging am 28. Juli nachmittags von Wilhelmshaven ab, kam bei der Fahrt über See infolge aufsergewöhnlich schweren Seegangs in grofse Gefahr. (Ein Beiboot wurde über Bord geschlagen und ging verloren.) Am 29. Juli, 10 Uhr abends, traf der Schwimmkran an der Unfallstelle ein. Mit der Hebung der Lokomotive wurde am 30. Juli früh begonnen. Um 10.40 Uhr vormittags war sie glücklich beendet, so dafs schon im Laufe des Nachmittags des gleichen Tages, kurz nach $1^1/_2$ Uhr, der Betrieb über die Brücke wieder aufgenommen werden konnte.

Die Beschädigungen an der Lokomotive waren nur geringfügig.

Abb. 1 zeigt die Lokomotive mit dem anhängenden Zug auf dem östlichen festen Brückenende.

Abb. 2 zeigt, wie sich die Lokomotive mit dem Federausgleichhebel auf den Brückenpfeiler stützt.

Abb. 3 zeigt die Lokomotive im Geschirr des Hebezeugs des Schwimmkrans hängend hochgezogen, so dafs die Brücke unter ihr eingeschwenkt werden konnte.

Arzt, Oberregierungsbaurat.

Ermittlung der Länge der Gegenkurbelstange in der Heusinger-Steuerung.

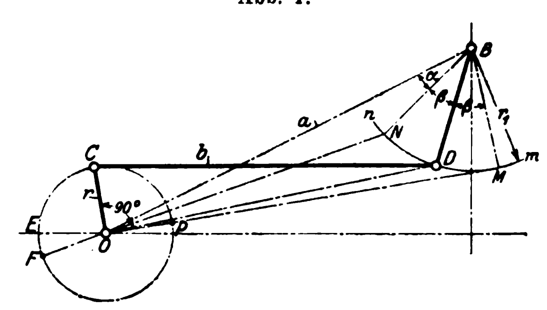
von Professor W. Monitsch.

Die Erzielung günstiger Dampfverteilung bei der Heusingersteuerung hängt bekanntlich u. a. von der mehr oder weniger genauen Bestimmung der Länge der Gegenkurbelstangen ab. Man ermittelt sie häufig unter der Annahme, dafs der Kulissenangriffspunkt M aus seiner Mittellage, die der Kurbeltotlage entspricht, gleiche Schwingungen nach beiden Seiten macht. Die in der technischen Literatur gegebenen Anleitungen zur Ermittlung dieser Gröfse, auch die von der Lokomotivfabrik von Kraufs & Co. in München*) vorgeschlagene zeichnerische und rechnerische und von Professor P. Selesnjew in seinem Buche »Schieber- und Kulissensteuerungen« angeführte Berechnungsweise liefern nur Annäherungswerte. Auch gibt ihre Anwendung keinen Aufschlufs über die Gröfse des dabei entstehenden Fehlers und läfst kein Urteil darüber zu, bis zu welchem Grade der Genauigkeit die Lösung der gestellten Aufgabe möglich ist.

Hier möchte ich eine neue Formel vorschlagen, welche nach Umformungen schliefslich eine einfache Form annimmt und eine sehr einfache zeichnerische Ermittlung der gesuchten Gröfse zuläfst. Diesem Umstand kommt eine besondere Bedeutung zu, nicht nur, weil die Formel die wirkliche Länge der Gegenkurbelstange bei der Bedingung gleicher Schwingenausschläge liefert, sondern auch deshalb, weil sie eine bemerkenswerte geometrische Abhängigkeit zwischen gewissen Elementen des Steuerungsantriebs hervortreten läfst.

Abb. 1 zeigt eine Anordnung der Schwingen, der Gegenkurbelstange und der Gegenkurbel. B bezeichnet den Aufhängungspunkt, D den Angriffspunkt der Schwinge, n m die von diesem Punkte beschriebene Bahn, CD die Gegenkurbelstange, OC = r die Kurbellänge. Die Gerade, welche den Kurbeldrehpunkt O mit dem Angriffspunkt D der Schwinge in ihrer Mittellage verbindet, wird als Mittelrichtung der Gegenkurbelstange bezeichnet. Sie soll bei der Heusinger-Steuerung mit der zugehörigen Gegenkurbelstellung bekanntlich einen rechten Winkel bilden. Sie fällt mit der Zylinderachse zusammen, wenn der Aufkeilwinkel der Gegenkurbel 90° ist (Abb. 1), sie ist geneigt gegen die Zylinderachse, wenn der Aufkeilwinkel aus konstruktiven Gründen bei höherer Lage des Schwingendrehpunktes davon abweicht (Abb. 2). Letztere Anordnung ist die gebräuchlichere.

Abb. 1.



In den beiden Endstellungen der Schwinge liegen Gegenkurbelstange und Gegenkurbel in einer Geraden, die durch den Drehpunkt O geht.

Diese geometrischen Eigenschaften gestatten die Aufstellung einer Formel für den vorliegenden Zweck.

Aus $\triangle$ OBN (Abb. 1) erhalten wir:

$$ON^2 = OB^2 + NB^2 - 2 . OB . NB \cos \alpha.$$

Wenn wir ON durch b − r, NB durch r_1 und OB durch a ersetzen, lautet die vorhergehende Gleichung:

$$(b - r)^2 = a^2 + r_1^2 - 2 a r_1 \cos \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Ebenso erhalten wir aus den Dreiecken OBD und OBM:

$$b^2 - r^2 = a^2 + r_1^2 - 2 a r_1 \cos (\alpha + \beta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

$$(b + r)^2 = a^2 + r_1^2 - 2 a r_1 \cos (\alpha + 2 \beta) \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

*) Z. d. V. d. J. 1905, S. 481.

Setzen wir den Ausdruck $a^2 + r_1^2 - b^2 - r^2$ gleich A, es erhalten diese drei Gleichungen folgende Form:

$$A + 2\,br = 2\,ar_1 \cos\alpha \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1')$$

$$A + 2\,r^2 = 2\,ar_1 \cos(\alpha + \beta) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2')$$

$$A - 2\,br = 2\,ar_1 \cos(\alpha + 2\beta) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3')$$

Gleichung 1') und 3') addiert ergibt nach entsprechender Umformung:

$$A = 2\,ar_1 \cos(\alpha + \beta \cos\beta \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4')$$

Gleichung 1') von Gleichung 3') substrahiert liefert die Gleichung:

$$br = ar_1 \sin(\alpha + \beta) \sin\beta \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5)$$

Gleichung 2') in 4) eingesetzt und zum Quadrat erhoben erhalten wir:

$$\cos^2\beta = \frac{A^2}{A^2 + 4\,r^4 + 4\,Ar^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 6)$$

Gleichung 5) zum Quadrat erhoben, ergibt:

$$b^2 r^2 = a^2 r_1^2\,[1 - \cos^2(\alpha + \beta)]\,\sin^2\beta \quad \ldots\ldots \quad 7)$$

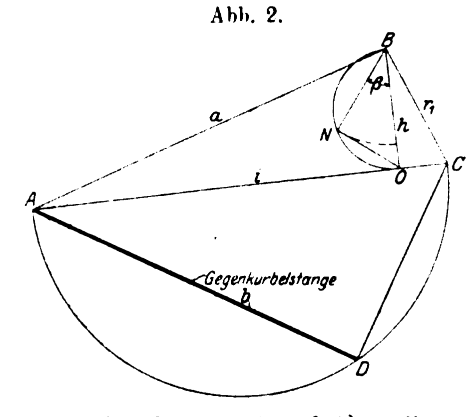
Desgleichen Gleichung 2')

$$\cos^2(\alpha + \beta) = \frac{A^2 + 4\,r^4 + 4\,Ar^2}{4\,a^2 r_1^2} \quad \ldots\ldots \quad 8)$$

Aus den Gleichungen 7) und 8) erhalten wir nach gewissen Umformungen

$$\sin^2\beta = \frac{4\,b^2 r^2}{4\,a^2 r_1^2 - A^2 - 4\,r^4 - 4\,Ar^2} \quad \ldots\ldots \quad 9)$$

Abb. 2.



Die Addition der Gleichungen 6) und 9) ergibt:

$$1 = \frac{A^2}{A^2 + 4\,r^4 + 4\,Ar^2} + \frac{4\,b^2 r^2}{4\,a^2 r_1^2 - A^2 - 4\,r^4 - 4\,Ar^2} \quad 10)$$

Wenn wir in die Gleichung 10) die Grösse b^2 aus $A = a^2 + r_1^2 - b^2 - r^2$ einsetzen, so finden wir nach Umformungen: $A^2(a^2 + r_1^2) + 4\,A\,(a^2 r^2) + r^2 r_1^2 - a^2 r_1^2) + 4\,r^2\,(a^2 r^2 + r^2 r_1^4 - a^2 r_1^2) = 0$. Wird diese Gleichung nach A aufgelöst und der Ausdruck $a^2 r^2 + r^2 r_1^2 - a^2 r_1^2$ im zweiten und dritten Glied durch K ersetzt, so erhalten wir:

$$A = \frac{-2\,K \pm \sqrt{K^2 - r^2 K^2 (a^2 + r_1^2)}}{a^2 + r_1^2}.$$

Indem wir hier für A wieder $a^2 + r_1^2 - b^2 - r^2$ einsetzen, finden wir nach gewissen Umformungen die gesuchte Formel für die Länge b der Gegenkurbelstange

$$b = \sqrt{\frac{a^4 + r^4 + a^2 r^2 + r^2 r_1^2 \pm 2\,ar_1 \sqrt{a^2 r_1^2 - a^2 r^2 r_1^2}}{a^2 + r_1^2}} \quad 11)$$

Die erhaltene Formel erscheint jedoch noch ziemlich verwickelt und auch praktisch ungeeignet zur zeichnerischen Auswertung. Um ihr eine, für die Anwendung geeignete Form zu geben, führen wir den Winkel β der Schwingenausschläge ein. Es ist klar, daſs dieser Winkel in einer gewissen Abhängigkeit von der Gegenkurbellänge r steht: je gröſser diese, desto gröſser ist auch der Ausschlag der Schwingen.

Gleichung 2') und 4) gestatten eine geeignete Beziehung zwischen β und r bzw. b herzustellen.

Durch Einsetzen von 2') in 4) ergibt sich:

$$A = (A + 2\,r^2) \cos\beta$$

und hieraus:

$$\left(\frac{A}{2} + r^2\right)^2 \sin^2\beta = (A + r^2)\,r^2 \quad \ldots\ldots \quad 12)$$

Durch Einsetzen der aus 8) bestimmten Gröſse $\cos^2(\alpha + \beta)$ in Gleichung 7):

$$b^2 r^2 = \left[a^2 r_1^2 - \left(\frac{A}{2} + r^2\right)^2\right] \sin^2\beta$$

Wird in dieser Gleichung b^2 durch die Gröſse $a^2 + r_1^2 - r^2 - A$ ersetzt, so lautet sie:

$$r^2 (a^2 + r_1^2 - r^2 - A) = \left[a^2 r_1^2 - \left(\frac{A}{2} + r^2\right)^2\right] \sin_2\beta \quad 13)$$

Die Gleichungen 12) und 13) addiert, ergibt:

$$\sin\beta = \frac{r\sqrt{a^2 + r_1^2}}{ar_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 14)$$

Daraus folgt:

$$r = \frac{ar_1 \sin\beta}{\sqrt{a^2 + r_1^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 15)$$

Dieser Ausdruck läſst sich zeichnerisch darstellen. Es sei (Abb. 2) $ar_1 = 2s$ = Doppelfläche des Dreiecks, dessen Katheten gleich a und r_1 sind; es sei ferner $\sqrt{a^2 + r_1^2} = l$ die Hypothenuse desselben, h die auf die Hypothenuse gefällte Höhe. Es besteht somit die Gleichung $a \,.\, r_1 = h \,.\, l$ und der Ausdruck 15) erhält folgende Form:

$$r = h \sin\beta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 16)$$

Die Länge der Gegenkurbel r verändert sich dann nur proportional dem sinus des Ausschlagswinkels der Schwinge.

Setzen wir den Wert des Winkels β in die für b gefundene Gleichung 11) ein, erheben den Ausdruck 15) zum Quadrat und setzen dieses Resultat unter das Wurzelzeichen des Ausdrucks 11) an Stelle von r^2 ein, so finden wir:

$$b = a\sqrt{\frac{1 + m^4 + m^2(\sin^2\beta \pm 2\cos\beta)}{1 + m^2}} \quad \ldots \quad 17)$$

wo $\frac{r_1}{a}$ durch m bezeichnet wird.

Von den in den Gleichungen 15) und 17) unbekannten Gröſsen r_1 b und β lassen sich ohne weiteres zwei mit Hilfe der beiden oben bezeichneten Gleichungen bestimmen, wenn wir eine davon als bekannt annehmen.

Die Berechnung nach der Formel 17) können wir durch ein zeichnerisches Verfahren ersetzen. Geben wir dieser Gleichung die Form:

$$b = a\sqrt{1 + m^2 - \frac{m^2(1 \pm \cos\beta)^2}{1 + m^2}}$$

und ersetzen darin m durch $\frac{r_1}{a}$, so erhalten wir:

$$b = \sqrt{a^2 + r_1^2 - \frac{r_1^2 a^2}{r_1^2 + a^2}(1 \pm \cos\beta)^2} \quad \ldots\ldots \quad 18)$$

Für b ergeben sich zwei Werte. Es ist aber leicht zu zeigen, daſs der gröſsere von ihnen für unsere Aufgabe eine unbrauchbare Lösung ergibt. Um die Formel 11) abzuleiten, ist es nämlich nötig gewesen, den Ausdruck $A = (A + 2\,r^2)\cos\beta$ zum Quadrat zu erheben und weiter die Quadrat-Gleichung nach A aufzulösen, woraus der zweite Wert von b erhalten wurde. Beim Quadrieren erscheinen oft überflüssige Wurzeln, was auch hier der Fall ist. Es gilt also:

$$b = \sqrt{a^2 + r_1^2 - \frac{a^2 r_1^2}{a^2 + r_1^2}(1 + \cos\beta)^2} \quad \ldots\ldots \quad 19)$$

Die Gröſse $(a^2 + r_1^2)$ stellt das Quadrat der Hypothenuse l des rechtwinkligen Dreiecks ABC (Abb. 2) dar, dessen Katheten gleich a und r_1 sind, d. h. dem Abstand AB vom Kurbel-

mittelpunkt bis zum Aufhängungspunkt der Schwinge und dem Abstand BC vom Aufhängungspunkt bis zum Angriffspunkt der Gegenkurbelstange.

Was die Gröfse $\frac{a^2 r_1^2}{a^2 + r_1^2}$ betrifft, so ist es leicht, aus der Ähnlichkeit der Dreiecke ABC und OBC zu zeigen, dafs sie gleich h^2 ist. Nun können wir den Ausdruck 19) folgenderweise umschreiben:

$$b = \sqrt{l^2 - (h + h \cos \beta)^2},$$

d. h. die Gröfse b ist gleich der Kathete des rechtwinkligen Dreiecks, dessen Hypothenuse l und dessen andere Kathete $(h + h \cos \beta)$ ist. Die weitere Konstruktion wird folgenderweise ausgeführt: Über der Höhe $BO = h$ als Durchmesser wird ein Halbkreis beschrieben und ein rechtwinkliges Dreieck NBO mit Winkel β bei B gezeichnet, so dafs $NB = h \cos \beta$. Darauf beschreiben wir über der Hypothenuse $AC = l$ des Dreiecks ABC als Durchmesser einen Halbkreis und zeichnen mit Hilfe desselben das rechtwinklige Dreieck ACD, dessen eine Kathete $DC = h = h \cos \beta = BO + NB$. Die zweite Kathete AD dieses Dreiecks stellt die Lösung unserer Aufgabe dar, d. h. die Länge der Gegenkurbelstangen.

In Abb. 2 ist die Kathete NO des rechtwinkligen Dreiecks NBO gleich $h \sin \beta$. Nach dem Ausdruck 16) ist diese Gröfse gleich der Länge der Gegenkurbel r. Auf diese Weise sind in der letzten Abbildung die Länge der Gegenkurbelstange, die Länge der Gegenkurbel und der Ausschlagwinkel der Schwingen in geometrische Beziehung zueinander gebracht. Aufserdem ist aus der Abbildung der Einflufs des Abstandes des Schwingendrehpunktes vom Kurbeldrehpunkt, sowie der Schwingenlänge zu ersehen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs der Schweizer Bundesbahnen nach den neuesten Untersuchungen.

In der Schweiz. Bauzeitung, Band 84, Seite 208 ff. behandelt W. Kummer, wie bereits früher im Band 81, Seite 47 ff. der gleichen Zeitschrift, die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs der S. B. B. im Vergleich zum Dampfbetrieb auf Grund eines neuerlichen Berichtes vom 30. 6. 24 der Generaldirektion. Eine erneute Prüfung dieser Frage war notwendig, einmal um zu klären, ob die fortschreitenden Erfahrungen dem neuen Betrieb günstig waren, dann auch deshalb, weil das ursprüngliche Programm der Generaldirektion erweitert und beschleunigt wurde insofern, als bis Ende 1928 schon die für 1933 vorgesehenen 1566 km auf elektrische Fahrdrahtleitung auszubauen waren. Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde der Verkehr von 1929 mit 8931 Millionen tkm, wie er 1913 herrschte, zugrunde gelegt. Die jährlichen Ausgaben sind ermittelt, wie in nebenstehender Übersicht angegeben.

für den elektrischen Betrieb		für den Dampfbetrieb	
Betriebsausgaben für Kraft-Unterwerke, elektrische Leitungen . . .	4 376 000 Fr.	. . . .	
Kosten gemieteter elektrisch. Arbeit	1 270 000 „	. . . .	
Kosten für Fahr-, Depotpersonal, lfde. Unterhaltung der Fahrleitungen und Lokomotiven	22 594 000 „	dieselben Ausgaben ohne Fahrleitungen . . .	28 983 000 Fr.
. . . .		Kohlentransport, Grenze bis zur Verladung auf den Tender, Speisewasser	5 350 000 „
. . . .		Mehrkosten, Bahnunterhaltung	390 000 „
Verzinsung (5%) und Tilgung des gesamten Anlagekapitals (mit Lok.)	39 698 000 „	Verzinsung (5%) und Tilgung des Anlagekapitals v. 73 000 000 Fr. der Dampflokomotiven	4 485 000 „
Gesamtsumme	67 938 000 Fr.	Gesamtsumme (ohne Kohlen)	39 208 000 Fr.

In dem Betrag von 39 698 000 Fr. ist die Bundessubvention berücksichtigt. Das Anlagekapital für die elektrische Fahrleitung beträgt unter Abzug dieser Subvention 470 Millionen, für die elektrischen Lokomotiven 230 Millionen Fr.

Unter der Annahme, dafs im Jahre 1929 500 t Kohlen verbraucht würden, errechnet die S. B. B. einen Paritätskohlenpreis von

$$\frac{67\,938\,000 - 39\,208\,000}{500\,000} = \mathbf{57{,}46\ Fr./t.}$$

Für die 1923 und 1924 bezogenen Lokomotivkohlen betrugen die Kosten an der Grenze 53,11 Fr./t und für die Briketts 64,43 Fr./t. Vor dem Kriege wurden $^2/_3$ Briketts und $^1/_3$ Kohle verfeuert, jetzt infolge der hohen Brikettspreise $^1/_3$ Briketts und $^2/_3$ Kohle. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung ist angenommen, dafs ebenso viel Kohlen verbrannt werden wie Briketts. Es ergibt sich hiernach für das Brennmaterial ein Mittelpreis von **58,77 Fr./t.**

Der Paritätskohlenpreis von 57,46 Fr./t besagt, dafs Kostengleichheit herrscht zwischen dem elektrischen und Dampfbetrieb, wenn der Kohlenpreis 57,46 Fr./t beträgt. Nachdem aber der tatsächliche Kohleneinkaufspreis 58,77 Fr./t, also höher ist als der Paritätskohlenpreis, ist der elektrische Betrieb um die Differenz beider Kohlenpreise billiger als der Dampfbetrieb.

Gröfser wird der Vorteil, wenn der Verkehr bei den gleichen Anlagen steigt, bei 25% Steigerung ergibt sich ein Paritätskohlenpreis von 44 Fr./t.

Die Wirtschaftlichkeit auch für den beschleunigten Ausbau erscheint also gegeben. Bei dieser Berechnung ist jedoch gar nicht in Rücksicht gezogen, dafs bei dem elektrischen Ausbau infolge der Verkehrssteigerung auch noch höhere Einnahmen zu erwarten sind.

Hr.

Lokomotiven und Wagen.

2 C - h 2 Personen- und Güterzuglokomotive der Maine Central Bahn.

(Railway Age 1924, 1 Halbj., Nr. 10.)

Wenn man in den letzten Jahren aus Amerika von der Indienststellung neuer Lokomotiven hörte, so waren dies in der Regel sechs- bis siebenachsige Bauarten mit annähernd 30 t gröfstem Achsdruck. Für leichteren Dienst stehen ja auch meist eine genügende Zahl älterer Lokomotiven zur Verfügung. Im vorliegenden Fall handelt es sich indessen um eine Lokomotive mit rd. 20 t Achsdruck, die von der Maine Central Bahn für die Beförderung leichter Güterzüge sowie für den Vorortverkehr beschafft worden ist. Da sie nach Achsdruck und Abmessungen zum Vergleich mit den neuen Entwürfen der Deutschen Reichsbahn sich gut zu eignen scheint, soll sie hier nicht unerwähnt bleiben. Die Lokomotive zeigt den üblichen amerikanischen Aufbau für 2C Lokomotiven mit Antrieb der mittleren Kuppelachse und einer über der hinteren Kuppelachse liegenden Feuerbüchse. Die Kolbenschieber von 305 mm Durchmesser werden von einer Baker-Steuerung bewegt. Zum Umstellen der Steuerung dient auch hier wie bei den schweren Lokomotiven Druckluft. Der Kessel ist kegelförmig; er hat Grofsrohrüberhitzer und einen auf vier Tragrohren von je 76 mm Durchmesser liegenden Feuerschirm.

Der Tender ähnelt im Aufbau der deutschen Bauart mit mittlerem, überhöhtem Kohlenraum. Im Verhältnis zu der Menge der mitgeführten Vorräte ist jedoch sein Gewicht merklich gröfser. Die Hauptabmessungen von Lokomotive und Tender sind:

Kesselüberdruck p	14	at
Zylinderdurchmesser d	508	mm
Kolbenhub h	711	„
Kesseldurchmesser aufsen vorn 1626, hinten	1778	„
Feuerbüchse: Länge	2442	„
„ Weite	1708	„
Heizrohre: Anzahl	166	Stck.
„ Durchmesser	51	mm
Rauchrohre: Anzahl	26	Stck.
„ Durchmesser	136,5	mm
Rohrlänge	4572	„
Heizfläche der Feuerbüchse samt Tragrohren	15,3	qm
Heizfläche der Rohre	170,7	„
Heizfläche des Überhitzers	40,8	„
Heizfläche — im Ganzen — H	226,8	„
Rostfläche R	4,1	„
Durchmesser der Treibräder D	1600	mm
Durchmesser der Laufräder	838	„
Achsstand der Kuppelachsen	4572	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8052	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	17818	„
Reibungsgewicht G_1	61,7	t
Dienstgewicht der Lokomotive G	82,5	„
Dienstgewicht des Tenders	62,3	„
Vorrat an Wasser	24,5	cbm
Vorrat an Brennstoff	9	t
H : R	55	
H : G	2,75	
H : G_1	3,68	

R. D.

Hängeeisen oder Kuhnsche Schleife?

(Hanomag-Nachrichten 1924, Heft 128).

Die Schieberschubstange der Heusinger-Steuerung überträgt die Bewegung des Schwingensteins auf den Voreilhebel. Sie stützt sich vorn auf diesen und ist hinten derart aufgehängt, dafs sie gemäfs der Stellung des Aufwerfhebels den Schwingenstein in bestimmtem Abstand vom Schwingendrehpunkt hält und somit die gewünschte Füllung gewährleistet. Diese Aufhängung kann auf zweierlei Weise geschehen: entweder es greift die Schieberschubstange an einem um den Endpunkt des Aufwerfhebels schwingenden Hängeeisen an (Abb. 124 d. Quelle) oder aber die Schieberschubstange gleitet in diesem Endpunkt in einer Führung hin und her (Abb. 126 d. Quelle). Das Hängeeisen ist bei der Mehrzahl der Lokomotiven zu finden. Die verschiedenen Möglichkeiten seiner Einordnung in das Steuerungsgetriebe scheinen oft nicht in Rücksicht auf steuerungstechnische Forderungen ausgewertet, sondern ziemlich planlos verwirklicht zu werden: es greift bald vor, bald hinter der Schwinge an; der Schwingenstein liegt bei Vorwärtsfahrt der Lokomotive zuweilen im oberen, zuweilen im unteren Schwingenteil. Die zweite Art der Aufhängung erscheint zuerst Anfang der 90er Jahre. Im Endpunkt des Aufwerfhebels ist ein Stein drehbar gelagert, in dessen zylindrischer Bohrung das schaftförmige Ende der Schieberschubstange gleitet. Weitere Verbreitung fand diese Aufhängung dann in der Form, die ihr Kuhn gab: das hintere Ende der Schieberschubstange erhielt die Gestalt einer Schleife, welche den Stein im Aufwerfhebel umfafst. Diese „Kuhnsche Schleife“ fand bei den früheren Preufsischen Staatsbahnen fast allgemein Eingang. In neuester Zeit trifft man öfter eine Abart von ihr, bei welcher Schwingenlager und Steuerwelle gleichachsig angeordnet sind, also den gleichen Drehpunkt haben, und die Schleife in der Schieberschubstange zwischen ihrem vorderen Angriffspunkt und der Schwinge angeordnet ist. Da diese Ausführung zuerst von der Lokomotivfabrik Winterthur durchgebildet worden ist, wird sie in der Quelle als „Bauart Winterthur“ bezeichnet.

Allgemein gilt für Steuerungsteile diejenige Konstruktion als die beste, die bei einwandfreier Dampfverteilung den geringsten Verschleifs aufweist. Dieser Gesichtspunkt mufs demnach auch für die Wahl der Aufhängung der Schieberschubstange mafsgebend sein.

Bei Anwendung des Hängeeisens bewegt sich der vordere Angriffspunkt der Schieberschubstange auf einer ∾-förmigen Bahn, der hintere Aufhängepunkt auf einem Kreisbogen um den Aufhängepunkt des Hängeeisens. Zwangläufig ergibt sich damit als Weg des Schwingensteins eine ∾- oder O-förmige Kurve, die jedoch ziemlich genau durch einen leicht nach unten gewölbten, einfachen Bogen ersetzt werden kann. Jeder Punkt dieses Bogens ist vom Schwingendrehpunkt verschieden weit entfernt, der Stein wird sich also relativ zur Schwinge gleitend verschieben. Diese Gleitbewegung, das „Springen“ des Steins mufs bekanntlich möglichst gering gehalten werden. Liegt der Stein im oberen Teil der Schwinge, so sind die Bahnen der Schwingenpunkte nach dem Schwingendrehpunkt zu gewölbt; das Steinspringen wird daher verhältnismäfsig hoch sein. Unter sonst gleichen Umständen fällt es um so geringer aus, je weiter der Aufhängepunkt der Schieberschubstange von ihrem vorderen Angriffspunkt entfernt ist. Es empfiehlt sich daher, das Hängeeisen nicht vor, sondern hinter der Schwinge anzuordnen. Im unteren Teil der Schwinge ist das Steinspringen gering. Es wird um so ungünstiger, je weiter der Angriffspunkt des Hängeeisens von der Schwinge entfernt ist, und es ist in diesem Fall gleichgültig, ob sich das Hängeeisen vor oder hinter der Schwinge befindet. Demnach eignet sich das Hängeeisen besonders für solche Lokomotiven, welche vorzugsweise in einer Fahrtrichtung verkehren, und zwar mufs dann bei der bevorzugten Fahrtrichtung sein Drehpunkt und der Schwingendrehpunkt auf derselben Seite der Schieberschubstange liegen (d. h. beide oberhalb oder unterhalb).

Bei der Kuhnschen Schleife beschreibt der Schwingenstein aufserordentlich flach gewölbte Kurven, die, falls Schwingendrehpunkt und vorderer Angriffspunkt der Schieberschubstange in gleicher Höhe liegen, für die obere und untere Schwingenhälfte annähernd symmetrisch verlaufen. Das Steinspringen mufs somit für beide Schwingenhälften gleich grofs ausfallen; es nimmt unter sonst gleichen Verhältnissen einen Wert an, der etwa das Mittel aus den bei Anwendung des Hängeeisens sich ergebenden Werten darstellt. Die Kuhnsche Schleife ist daher vorteilhaft bei solchen Lokomotiven zu verwenden, welche gleich häufig in beiden Fahrtrichtungen laufen müssen, vor allem also bei Tenderlokomotiven.

Das Steinspringen wäre am günstigsten, wenn der Stützpunkt der Schleife mit dem Schwingensteindrehpunkt zusammenfallen würde; dann würde die Steinbewegung ziemlich genau in der Richtung der Schieberschubstange verlaufen. Tatsächlich schmiegen sich die wirklichen Steinbahnen gut an diese Linie an. Liegt der Stützpunkt der Schleife hinter der Schwinge, so ist das Springen geringer, als wenn er sich in gleicher Entfernung vor der Schwinge befinden würde. Der Verfasser des Aufsatzes kommt daher zu dem Schlufs, dafs die Bauart Winterthur gegenüber der üblichen Ausführung im Nachteil ist, und daher nur in solchen Fällen angewendet werden sollte, wo ihr Vorzug geringen Platzbedarfs von ausschlaggebender Bedeutung ist.

R. D.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Russische Versuche in der Natur als Grundlage für die Ausarbeitung von Signalformen.

Von Ing. K. N. Tschechowskij und W. Leskowez.

(Technika i Ekonomika Putej Soobschenja 1924, Nr. 6.)

In Verbindung mit den Arbeiten für die Wiederherstellung des russischen Eisenbahnsignalwesens wurden im August Versuche in der Natur angestellt zur Aufklärung des Einflusses, den folgende Verhältnisse auf die Sichtbarkeit der Signale haben: das Ausmafs d. i. die Fläche der Signale, die Umrisse des Signals bei gleicher Farbe und Fläche, die Einfassung der Signale bei gleicher Farbe, Fläche und gleichem Umrifs, die Gitterform des Signals und die Verschiedenheit der dem Signal zugrunde gelegten Formen. Die Versuche waren vollkommen der Wirklichkeit angepafst, die Beobachtungen wurden von Lokomotivführern im Betrieb gemacht. Jede Beobachtung wurde fünfmal wiederholt. Die Gesamtzahl der Beobachtungen war 1180. Ohne auf die genaue Wiedergabe der Versuche einzugehen, soll hier nur kurz das Wesentliche hervorgehoben werden.

1. Der Einflufs des Ausmafses auf die Sichtbarkeit wurde durch Beobachtungen an zwei Reihen quadratischer Scheiben von 400, 900, 1600, 2500, 3600, 4900 und 6400 qcm Fläche bestimmt, die eine

Reihe rot, die andere gelb-orange. Die Beleuchtung war fünferlei: Bei Sonne von rückwärts, dann seitwärts bei Signal im Schatten und bei streifendem Licht, bei zerstreutem Licht und bei Sonne von vorn.

2. Die Bedingungen der Sichtbarkeit der Signalumrisse bei gleicher Farbe und Fläche wurde, wieder bei obigen fünf Beleuchtungen, für grüne und gelbe Quadrat-, Dreieck-, Rechteck- und Kreisform geprüft.

3. Der Einfluſs der Umränderung des Signals bei gleicher Farbe und Fläche wurde an roten rechteckigen, grünen runden und gelben quadratischen, 3600 qcm groſsen Scheiben, bei 2,5 cm schwarzem und 2,5 cm weiſsem Rand, dann 5 cm Rändern geprüft und zwar wieder bei fünferlei Beleuchtung.

4. Der Einfluſs der Gitterform des Signals wurde an einem roten Rechtecke im Ausmaſs 50×190cm bei zerstreutem Licht und bei Sonne von vorn erprobt.

5. Die Sichtbarkeit der verschiedenen dem Signal zugrunde gelegten Formen wurde an vier weiſsen quadratischen Scheiben im Ausmaſse 3600 qcm mit aufgetragenen schwarzen Figuren und zwar a) zwei Quadraten in Schachform, b) einem Kreis, c) lotrechten Streifen in $^1/_9$ Scheibenbreite, d) zwei Dreiecken mit der Spitze in der Mitte ebenfalls wieder bei fünferlei Beleuchtung untersucht.

Die Hauptergebnisse aller dieser Versuche waren folgende:

1. Als wirksamstes Ausmaſs eines tragbaren Signals ist die Scheibe von 3600 qcm Fläche anzunehmen.

2. Die Signalfarbe der Scheibe ist früher kenntlich als der Umriſs und zwar bei 88%.

3. Die Sichtbarkeit der roten Scheibe von 3600 qcm schwankt in Abhängigkeit von der Beleuchtung in den Grenzen von 295 bis 1050 m, der grünen Scheibe von 208 bis 869 m. Da diese Abstände sich bei weitem nicht im Rahmen der Bremswege bewegen, so ergibt sich die unvermeidliche Folgerung, vor jedem tragbarem Signal: „Halt" oder „Langsam" die entsprechenden Vorsignale aufzustellen.

4. Bei verschiedenen Flächen der Scheiben äuſsert die Form (Umriſs) des Signals keinen Einfluſs auf seine Sichtbarkeit.

5. Die Gelb-orange-Farbe steht bei Tage an Sichtbarkeit dem roten und grünen Licht nach, sie paſst daher nur für Vorsignale, die keine weitere Sichtbarkeit als auf 300 m erfordern.

6. Schwarz-weiſse Umränderung setzt die Sichtbarkeit des Signals bei heller Beleuchtung herab, erhöht sie aber im Schatten und muſs daher als wünschenswert bezeichnet werden.

7. Die Umränderung erhöht die Sichtbarkeit des Umrisses der Scheiben von roter und grüner Farbe und hat keinen Einfluſs auf die Sichtbarkeit der Scheiben von gelber und weiſser Farbe.

8. Die Umränderung rückt die Grenzen der Sichtbarkeit der Farbe und des Umrisses des Signals näher.

9. Die geeignetste Umränderung ist ein äuſserer schwarzer Kreis von 2,5 cm Breite und ein innerer weiſser von 5 cm Breite.

10. Die Gitterform des Signals setzt seine Sichtbarkeit in geradlinigem Verhältnis der Durchsichten zur ganzen Scheibenfläche herab.

11. Signaleinrichtungen in Gitterform sollten nicht angewendet werden.

Die Versuche sind ein erster Anfang nach dieser Richtung und sind noch nicht als abgeschlossen anzusehen. Es ist in Bälde beabsichtigt:

a) alle Versuche im Winter zu wiederholen,
b) die Signalfarben für die Tagessignale im Winter und im Sommer zu normalisieren,
c) die Bedingungen der Sichtbarkeit der farbigen Signalgläser in einer Zusammenstellung, die gegenwärtig auf wissenschaftlichem Wege ausgearbeitet wird, zu untersuchen,
d) die Bedingungen der Anwendung von Linsen und Spiegeln im Signalwesen zu erforschen.

Die Ergebnisse aller dieser Versuche sollen nach Maſsgabe ihrer Durchführung veröffentlicht werden. Dr. S.

Schnellzüge in Amerika.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 26.)

Von einer gröſseren Anzahl amerikanischer Schnellzüge, die mit bemerkenswerter Geschwindigkeit, z. T. auf weite Entfernungen verkehren, seien nachstehend einige zusammengestellt.

Name des Zuges	Strecke	Entfernung km	Fahrzeit Std	Fahrzeit Min.	Geschwindigkeit km in der Stunde
A. Auf weite Entfernungen					
20th Century Limited	New York - Chicago	1558	20	—	77,9
Detroiter	Detroit—New York	1087	14	20	75,8
Detroiter	New York—Detroit	1087	14	45	73,7
Hudson River Limited	Cincinnati—New York	1423	19	25	73,3
Broadway Limited	New York—Chicago	1462	20	—	73,0
5th Avenue Special	Chicago—New York	1558	21	57	70,8
Southwestern Limited	New York—St. Louis	1864	26	25	70,5
Washington-Broadway Limited	Washington—Chicago	1330	19	—	70,0
Wolverine	New York—Chicago	1542	22	—	70,0
Michigan Central Limited	Chicago—New Yerk	1542	22	15	69,4
Knickerbocker Special	St. Louis—New York	1864	27	15	68,4
New Yorker	St. Louis—New York	1695	24	50	68,3
B. Auf mittlere Entfernungen					
Empire State Express	New York—Buffalo	707	9	—	78,4
Nr. 114 und 186	Washington—New York	364	4	55	74,0
Pittsburgher	New York—Pittsburgh	708	9	35	73,9
Merchant & Knickerbocker Limited	New York—Bosten	369	5	10	71,3

We

Bücherbesprechungen.

G. Strahl, Einfluſs der Steuerung auf Leistung, Dampf- und Kohlenverbrauch der Heiſsdampflokomotiven. Herausgegeben vom Deutschen Lokomotiv-Verbande. Hanomag-Nachrichten Verlag, G. m. b. H., 1924. 106 Seiten. Preis ℳ 3.—.

Der Verfasser ermittelt zunächst den Einfluſs der Drosselung auf die Dampfeinströmung in den Zylinder und auf die Ausströmung und den mittleren indizierten Dampfdruck bei verschiedenen Umdrehungszahlen und Füllungsgraden. Daraus folgt die indizierte Leistung. Sodann wird der Dampfverbrauch aus dem Indikator-Diagramm bei der vorher ermittelten Ein- und Ausströmdrosselung berechnet. Daraus läſst sich auf den Kohlenverbrauch schlieſsen. Weitere Betrachtungen gelten der Betriebscharakteristik, d. h. dem Zusammenhang zwischen indizierter Leistung auf 100 Liter Zylinderinhalt und dem stündlichen Dampfverbrauch, ebenfalls bezogen auf 100 Liter Zylinderinhalt. Schlieſslich wird der Zusammenhang zwischen Dampfverbrauch, Leistung, Geschwindigkeit und Belastungsgrenzen der Lokomotiven besprochen; den weiteren Inhalt bilden Versuche zur Feststellung des Eigenwiderstandes und die Folgerungen daraus für einzelne preuſsische Lokomotivtypen, wobei besonders die Leistung der T 20 angeführt wird. Dieser Teil nimmt fast die Hälfte des Werkchens ein.

Das Studium des Büchleins ist lohnend, wenn man auch mit den Ableitungen und Folgerungen des Verfassers nicht immer übereinstimmen wird. Vielleicht erwartet auch mancher Leser über den Einfluſs der Steuerung mehr zu erfahren als nur das Verhalten des preuſsischen Einheitsschiebers von 220 mm Durchm., 38 mm Einström- und 2 mm Ausströmdeckung und 5 mm Voreilen, für 550 mm Kanallänge und 11% schädlichen Raum.

Die Art der Ableitung der Differentialgleichung der Eintrittslinie im Indikatordiagramm befriedigt mathematisch nicht. Es wird dort davon gesprochen, daſs in der unendlich kleinen Zeit dt der Kolben den Weg ds_1 macht, während der Druck p im Zylinder konstant bleibt. Dann wird die Einströmung fiktiv unterbrochen und der Kolben legt noch den Weg $ds - ds_1$ zurück, wobei der Druck sich um dp ändert. Wenige Zeilen später lesen wir, daſs $p + dp$ den Druck nach der Zeit dt darstellt. Das ist ein Widerspruch. Nur dadurch, daſs später doch wieder dt als Zeitelement für den Weg ds_1 gesetzt wird, erhält der Verfasser die richtige

Differentialgleichung. Diese ist übrigens schon 1905 von V. Blaess (Z. d. V. D. Ing. Seite 698) aufgestellt worden. Man erhält die Strahlsche Form der Differentialgleichung sehr rasch, indem man in der Blaessschen $G = \frac{\mu w}{v}$ setzt. Blaess setzt zwar ausdrücklich voraus, „dafs der Dampf im Zylinder während der Einströmzeit trocken gesättigt sei“. Diese Annahme ist aber gar nicht nötig, da die Gleichung pv = c auch für die Drosselung des Heifsdampfes gilt. Strahl spricht hier ebenfalls von einer Hypothese, obwohl seine Annahme gar nicht hypothetisch ist. Mit dem Mariotteschen Gesetz (Seite 95) hat aber die Drosselgleichung des Heifsdampfes nichts zu tun. Einige Druckfehler (bei der Ableitung der Differentialgleichung Seite 96 oben mufs es statt w = 0 heifsen: $\mu w = 0$ oder f = 0, denn w strebt dem Gröfstwert zu, Seite 97 Mitte statt ps richtig p_s) wird der Leser wohl selbst berichtigen. Abbildung 36 könnte ihren Zweck besser erfüllen, wenn bei den Diagrammpunkten Drücke und Volumina angegeben wären. Bei Ermittlung des Dampfverbrauches habe ich Bedenken, die hohen Werte der „Hütte“ für die Temperatursenkung während der Einströmung bei ortsfesten Maschinen auf die Lokomotive mit ihren hohen Überhitzungsgraden und hohen Kolbengeschwindigkeiten anzuwenden. Unzulässig ist die Annahme der gleichen Zahlen für die Hochdruckzylinder der Verbundmaschinen, insbesondere der sehr geschützt liegenden Innenzylinder bei Vierzylinder-Lokomotiven. Auf Seite 13 wird vom Gegendruck der ortsfesten Maschinen nicht sehr überzeugend auf die Lokomotivmaschine geschlossen. Der Ausdruck für den mittleren Blasrohrüberdruck Seite 14 oben wird nicht abgeleitet und ist unverständlich, obwohl darauf die sehr wichtige Berechnung des Gegendruckes im Zylinder beruht. Die Gleichung Seite 14 unten mufs richtig lauten:

$$\frac{p_1}{p_s} = 1 - \frac{\Delta p}{p_s}.$$

Seite 7 unten ist statt Zylindervolumen „Gesamtzylindervolumen“ zu setzen. Auf Seite 14 wird der Festwert δ zu 0,8 für 12 at Schieberkastendruck angegeben; er gilt jedenfalls auch für 14 at, denn Zusammenstellung 4 und 7 sind tatsächlich für 14 at gerechnet und nicht, wie angegeben, für 12 at. Die Ausdrucksweise ist nicht selten schwer verständlich; so Seite 17 Mitte. Seite 35 Mitte mufs es wohl heifsen „unwirtschaftliche Füllungsgrade zu vermeiden“ statt „anzuwenden“.

Dafs die Versuche mit der Rechnung übereinstimmen, darf aus zwei Gründen nicht wundern. Zunächst führt Strahl in die Rechnung zahlreiche Festwerte als Erfahrungswerte ein, die ihrerseits wieder aus Versuchen stammen. (Seite 9, 12, 14 usw.) und dann trifft zu, was Gutermuth schon vor 20 Jahren (Forschungsarbeiten Heft 19) feststellte: „dafs der mit der Drosselung verbundene Arbeitsverlust im allgemeinen wenig ins Gewicht fallen dürfte, da er im Vergleich zur Expansionsarbeit doch nur gering ist und sich aufserdem in Form von Wärme im Dampf wieder findet.“ Gutermuth, der übrigens nur von der Einströmdrosselung spricht, drückt sich vorsichtiger aus als Strahl, der schlankweg feststellt, dafs der grofse Spannungsabfall den Dampfverbrauch keineswegs ungünstig beeinflufst (Seite 31, ähnlich Seite 8, Seite 93). Dabei wird Seite 18 ein Unterschied des indizierten Druckes von 14, 5% infolge der Drosselung festgestellt! Man kann da den Zweifel nicht unterdrücken, ob den preufsischen Staatsbahnen überhaupt geeignete Versuchsobjekte zur Verfügung standen. Wenn der Schaden der Drosselung auch nur 5% beträgt, da ist er auf jeden Fall. Weder die Genauigkeit der Rechnung noch jene der Versuche ist so erheblich, dafs deren Ergebnisse dem logischen Schlufs entgegen verwertet werden können. Ich glaube, dafs die Mehrzahl der Lokomotivbauer aus der nichtpreufsischen Schule einen Spannungsabfall während der Einströmung von 14 auf 9,7 at abs bei der S 10^2 Lokomotive für 67 km Fahrtgeschwindigkeit und 30% Füllung oder von 12 auf 7,4 at abs bei der T 16 Lokomotive für 46 km Fahrgeschwindigkeit und 25% Füllung für nicht in der Ordnung halten, ebensowenig einen Gegendruck auf den Kolben von 1,52 at abs bei der S 10 mit 67 km. Die Ermittlung der Gegendrücke erscheint im übrigen fragwürdig, aber eine Nachprüfung ist nicht möglich. Ein Anwachsen des Gegendruckes bei der gleichbleibenden Radumdrehungszahl von 3 i. d. Sek. zwischen 20 und 50% Füllung von 1,31 auf 2 at abs oder von 1,34 auf 2,22 at abs läfst sich nicht ohne weiteres einsehen. Wenn der Einheitsschieber wirklich solche Erfolge aufweist, so zeigt dies nur, was man einer Zwillings-Lokomotive alles zumuten kann. Sehr davor warnen möchte ich jedoch, den Einheitsschieber und seine gerühmten Eigenschaften auf die Verbundmaschine anzuwenden. Hier würde der Konstrukteur unangenehme Erfahrungen machen, von denen im Strahlschen Werkchen leider nicht gesprochen wird.

Wir wissen nicht, ob der Verfasser seine Arbeit für genügend abgeschlossen gehalten hat um sie der Fachwelt zu unterbreiten. Die Fertigstellung für den Druck haben in sehr dankenswerter Weise die Herren Oberbaurat a. D. Dr. Ing. e. h Lübken und Wagner vom Eisenbahnzentralamt übernommen. Als Anregung zur Klärung der im Titel gekennzeichneten Frage ist die Herausgabe der Schrift zu begrüfsen; aber es wäre der Arbeit für die nächste Auflage ein kritischer Kommentar und weitere Förderung zu wünschen.

Die Ausstattung des Werkchens durch den Hanomag-Verlag im Auftrage des Deutschen Lokomotivverbandes ist vortrefflich.

Dr. Ing. L. Schneider, München.

C. Kersten, Der Eisenhochbau. Dritte, stark erweiterte Auflage. 287 Seiten mit 880 Textabbildungen. Berlin 1924, Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn, geh. 14,40 G. M., in Leinen geb. 15,60 G. M.

Der Verfasser ist bekannt durch mehrere leicht fafsliche, gut eingeführte Leitfäden über Baustatik und Baugestaltung, die für Zöglinge technischer Lehranstalten bestimmt sind. Ganz in dieser Richtung bewegt sich auch das vorliegende Lehrbuch des Eisenhochbaues. Seine volle Brauchbarkeit ist schon dadurch erwiesen, dafs es in verhältnismäfsig kurzer Zeit drei Auflagen erlebt hat. Das Buch ist auf die Bedürfnisse des Technikers zugeschnitten, der die Einzelheiten eines Entwurfes auszugestalten hat. Folgerichtig bringt es daher über die Berechnung nur das Nötigste, dagegen Ausführliches über Einzelheiten, wie Verbände, Anschlüsse, Stöfse und Versteifungen, besonders aber über Zubehörteile wie Stützen, Treppen, Fenster, Türen und Eindeckungen. Die sprachliche Behandlung ist gut, die Auswahl des Stoffes treffsicher, die Erläuterung durch Abbildungen klar und reichhaltig. Sehr anschaulich wirkt eine Zahl perspektivischer Bilder, ein Verfahren, das noch weitere Ausdehnung verdiente. An einigen Stellen wäre den Abbildungen der Deutlichkeit willen etwas mehr Ellbogenfreiheit zu gönnen.

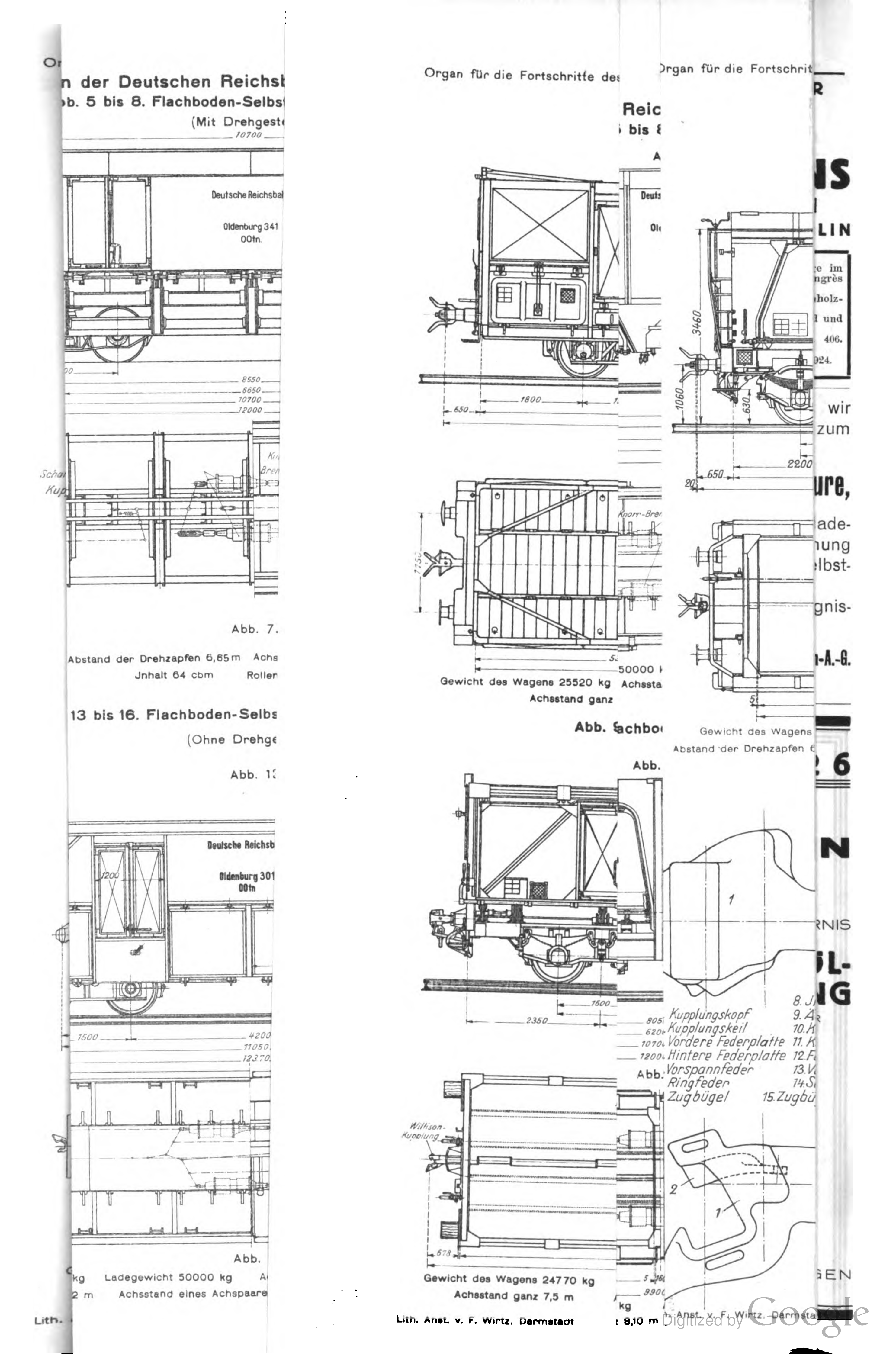
Alles in allem ein recht nützliches, handliches und brauchbares Buch, nicht nur für den Techniker, sondern auch für den jüngeren Ingenieur, der Aufklärung nach der rein praktischen Seite hin sucht.

Dr. Bl.

Reichsbahn und kaufmännische Buchführung. Von Dr. Guido Fischer, Mannheim. 58 Seiten. Preis 1 Goldmark. 1924. Industrieverlag Spaeth & Linde, Berlin C 2.

Die Arbeit untersucht die augenblicklich brennende Frage, in welcher Form das bisherige Rechnungswesen der Reichsbahn in eine kaufmännische Bestands- und Erfolgsrechnung umgestaltet werden kann. Nach einem einleitenden Kapitel über den Werdegang der Reichsbahnentwicklung seit 1919 wird kurz das Wesen der Kameralbuchhaltung und der kaufmännischen doppelten Buchführung charakterisiert. Der Verfasser kommt dabei zu der Schlufsfolgerung, dafs die Vorteile des bestehenden Kameralsystems mit den ausgedehnteren Funktionen der kaufmännisch doppelten Buchführung vereint werden können, ohne dafs die notwendig werdenden Änderungen einen zu ausgedehnten Umfang anzunehmen brauchen. Im Hauptteil der Arbeit werden für die Stationsbuchhaltung, wie für die Finanzbuchhaltung die Grundsätze der vom Verfasser vorgeschlagenen neuen Lösung in klarer Weise dargelegt. Bei der Stationsbuchhaltung soll die bisherige Rechnungskontrolle zur Erfolgsbuchhaltung umgestellt und die bestehende Bestandskontrolle durch eine Anlageverrechnung ergänzt werden, so dafs sich stationsweise der erzielte Rohertrag ermitteln läfst. Für die Finanzbuchhaltung kann die Rechnungskontrolle ganz in Wegfall kommen; die bisherigen Kassatagebücher bilden, ergänzt durch eine Anlage- und Kontokorrenterfassung, die Beständebuchhaltung, die derzeitigen Kassahauptbücher, die Erfolgsrechnung. Mit der vorgeschlagenen Lösung kann schon für jeden Bezirk einer Reichsbahndirektion deren Reinertrag festgestellt werden, was besonders für eine dezentralisierte Verwaltung der Reichsbahn von grofsen Vorteilen sein dürfte. Durch Schaubilder wird die eingehende Schilderung der vorgeschlagenen Neuorganisation näher erläutert und anschaulich gemacht.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



Organ für die Fortschritte des
Organ für die Fortschrit
n der Deutschen Reichsb
ıb. 5 bis 8. Flachboden-Selbst
(Mit Drehgeste
10700
Deutsche Reichsbah
Oldenburg 341
00tn.
8550
6650
10700
12000
Abb. 7.
Abstand der Drehzapfen 6,65 m
Achs
Jnhalt 64 cbm
Rollen
13 bis 16. Flachboden-Selbs
(Ohne Drehge
Abb. 1
Deutsche Reichsb
Oldenburg 301
00tn
1200
1500
4200
11050
Abb.
kg
Ladegewicht 50000 kg
2 m
Achsstand eines Achspaare
Lith.
Reic
bis 8
1800
650
Knorr-Bre
1750
50000
Gewicht des Wagens 25520 kg
Achssta
Achsstand ganz
Abb.
achbo
Abb.
1500
2350
Willison-Kupplung
678
Gewicht des Wagens 24770 kg
Achsstand ganz 7,5 m
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt
8,10 m
3460
1060
630
2200
650
20
Gewicht des Wagens
Abstand der Drehzapfen
1
2
Kupplungskopf
Kupplungskeil
Vordere Federplatte
Hintere Federplatte
Vorspannfeder
Ringfeder
Zugbügel
15. Zugbü
Anst. v. F. Wirtz, Darmsta
NS
LIN
e im
ngrès
holz-
und
406.
924.
wir
zum
ure,
ade-
hung
elbst-
gnis-
n-A.-G.
N
RNIS
SL-
NG
GEN

Dif
(Z.
Sti
in
lich
troc
die
gilt
seir
Ges
nicl
glei
f =
rich
kön
Drü
ver
die
Ma
und
die
Ver
Inn
Geg
die
Bla
ven
dru
rich

Seit
zu
Sch
Zus
nicl
selt
es
stat

zwe
Rec
seit
dan
arb
Arb
er i
auf
m u
sich
der
gün
wir
info
nicl
gei
Sch
Fall
ist
ent
der
nun
bei
Füh
für
der
Kol
lung
Nac
bei
20
2,22

1924

HEFT 18
30. DEZEMBER

ORGAN
FÜR DIE
FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS
TECHNISCHES FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN

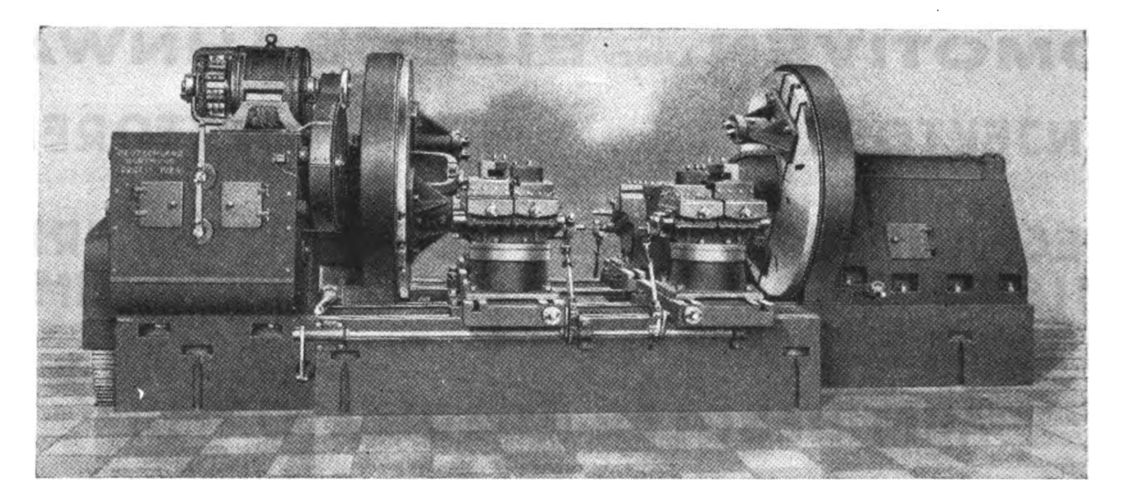
Herausgegeben von Dr. Ing. H. UEBELACKER — C. W. KREIDEL'S VERLAG IN BERLIN

Inhalt:





Maschinenfabrik „Deutschland“ · Dortmund



„Die bewährte Deutschlandbank mit selbsttätiger Meisselführung D. R. P., einfache Bauart, bequemste Handhabung, grosse Leistung, 22 Wagenradsätze in 9 Stunden, vom Vorrat lieferbar“.

Werkzeug-Maschinen für Eisenbahnwerkstätten,

insbesondere Radsatzbearbeitungsmaschinen, wie Radsatzdrehbänke D. R. P.
Achsschenkeldreh- u. Schleifmaschinen D. R. P., Hydr. Räderpressen D. R. P. usw.

Hebekrane aller Art, Windeböcke, Achsensenkwinden

mit Achsprüfvorrichtung D. R. P., Bauart Wagner

Drehscheiben, Schiebebühnen, Rangierwinden

Weichen, Kreuzungen etc. bester Ausführung

in jeder Bauart

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang | 30. Dezember 1924 | Heft 18

Die Lokomotiven und Triebwagen auf der Britischen Reichsausstellung in Wembley.

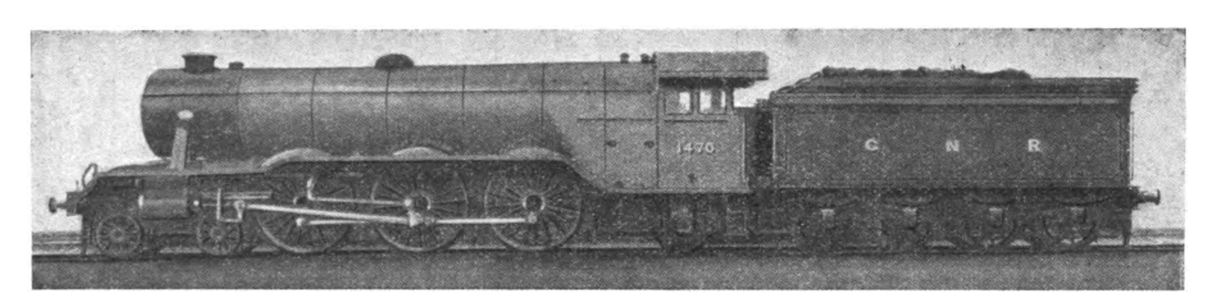
Hierzu Tafel 41.

In London wurde während des heurigen Sommers die »Britische Reichsausstellung« abgehalten. Sie sollte den Bewohnern des britischen Reichs dessen weltumspannende Gröfse vor Augen führen und sie zugleich einander näherbringen. Seit vielen Jahren wurden aufserordentliche Anstrengungen gemacht, um Geldmittel für diese Ausstellung zu sammeln, deren Plan bis in das Jahr 1910 zurückreicht und die 1915, anläfslich des hundertjährigen, ununterbrochenen Friedens mit Frankreich und zugleich der 700-Jahrfeier der für die britische Geschichte bedeutsamen Magna Charta abgehalten werden sollte. Nach dem Krieg wurde der Gedanke wieder aufgegriffen und schliefslich die Ausstellung auf das Jahr 1924 festgesetzt, einmal, um den Ausstellern nach den Anstrengungen des Krieges genügend Vorbereitungszeit zu geben, dann aber auch, um ihnen zu ermöglichen, ihre Ausstellungsgegenstände gleich anschliefsend auf der 1925 in Paris vorgesehenen Interalliierten Ausstellung zu zeigen.

Die erste Anregung zu einer solchen Ausstellung war von den Dominions ausgegangen; insbesondere hatten Südafrika, Kanada und Australien sich für sie eingesetzt. So treten auch deren Bauten nun besonders hervor und bilden gewissermafsen den Kern der Ausstellung, die insgesamt eine Grundfläche von rund 1 qkm bedeckt. Daran schliefsen sich an Neu-Seeland und Indien sowie eine Menge von kleineren Gebäuden, welche die Ausstellungen von Malta, Ostafrika, Palästina, Cypern, Nigeria, Sierra-Leone, der Goldküste, der Bermudas, der malayischen Gebiete, von Hongkong, Ceylon, Guyana, Westindien und schliefslich den Regierungspavillon umfassen. Jedes der betreffenden Gebiete führt schon äufserlich durch den Baustil seines Gebäudes seine Besonderheit vor Augen. Die bedeutendsten Anlagen nach Umfang und Inhalt sind jedoch die beiden grofsen Hallen der Industrie und Technik. Hier ist alles vertreten, was England für seinen eigenen Bedarf und für die Ausfuhr erzeugt. In der Halle der Industrie findet man Haushaltartikel, Glas- und Porzellanwaren, chemische Erzeugnisse, Seifen und Parfümerien, Erzeugnisse der Gasindustrie, Heizungs- und Lüftungsanlagen, Gummiwaren und vieles andere. Die Halle der Technik birgt die schwereren Erzeugnisse des Maschinenbaues und vor allem, entsprechend seiner besonderen Bedeutung für Grofsbritannien, des Schiffbaues. Alle Zweige sind vertreten: die Verbrennungskraftmaschine, Kompressoren, elektrische Maschinen und Anlagen, Textilmaschinen, das Flugwesen, Werkzeugmaschinen und endlich auch das Eisenbahnwesen. Allerdings kann man sagen, dafs dieses im Verhältnis zum Umfang der in Frage kommenden Industrie und zu seinem Einflufs auf Englands Handel und Verkehr beträchtlich zu kurz gekommen ist. Es sind nur ganz wenige Lokomotiven ausgestellt und auch der Wagenbau ist sehr dürftig vertreten.

Die London und North Eastern Bahn zeigt zwei Lokomotiven. Die erste »Locomotion«, gebaut 1825 von Robert Stephenson und Co. für die Stockton—Darlington-Bahn, hat geschichtliches Interesse. Sie ist in erster Linie ausgestellt zur Erinnerung daran, dafs im Jahre 1925 hundert Jahre verflossen sein werden, seit die erste englische Eisenbahn mit Personenverkehr eröffnet worden ist. Diese Eisenbahn — eben die Stockton—Darlington-Bahn — wurde zwar ursprünglich für den Kohlen- und Güterverkehr gebaut, jedoch beförderte sie am Eröffnungstag schon eine Menge von Reisenden, was sich so gut anliefs, dafs man bald auch diesen Verkehrszweig aufnahm. Die ausgestellte »Locomotion« zog einen Zug von 90 t Gewicht mit 20 bis 25 km/Std. Geschwindigkeit. Ihr Preis betrug 10215 ℳ. Sie gibt einen Begriff davon, welche Entwicklung die Lokomotive während dieser hundert Jahre Eisenbahnbetrieb durchgemacht hat. Um diese Entwicklung besser zu veranschaulichen, hat die London und North Eastern Bahn neben der »Locomotion« eine ihrer neuesten 2C1-h3 Schnellzuglokomotiven aufgestellt. Textabb. 1 zeigt diese Lokomotive, die nach dem Entwurf Gresleys erstmals im Jahr 1922 für die damalige Great Northern Bahn in Doncaster gebaut wurde. Nachdem diese Bahn bei der Zusammenlegung der englischen Eisenbahnen in der London und North Eastern Bahn aufgegangen war, wurde sie von dieser weiter beschafft.


Abb. 1. 2C1-h3 Schnellzuglokomotive der Great Northern Bahn.



Bemerkenswert an der Lokomotive ist in erster Linie die Ausbildung der Feuerbüchse. Diese ist nach amerikanischen Vorbildern mit einer Verbrennungskammer*) (Abb. 1 u. 2 auf Taf. 41) ausgerüstet, die durch entsprechende Kümpelung der Feuerbüchsrohrwand gebildet wird. Entsprechend ist, wie aus

*) Die Anwendung solcher Verbrennungskammern, die in Amerika jetzt in der Regel ausgeführt werden, während die vorliegende Ausführung eine Ausnahme, wenn nicht die Erstausführung in Europa darstellt, liegt in der Richtung der neueren Anschauungen über Wärmeübertragung durch Strahlung. Es wird nicht nur durch eine Verbrennungskammer die Mischung der Gase mit Luft und dadurch die vollständige Verbrennung gefördert, sondern es wird auch die Strahlungswärme aufnehmende Oberfläche vergröfsert unter Führung des strahlenden Gasstromes in dicker Schicht, was für die Wirkung der Strahlung wesentlich ist (vergl. Z. V. d. I. 1924, Heft 39, S. 1017).
Die Schriftleitung.

den Abbildungen ersichtlich, auch die Stehkesselvorderwand ausgebildet. Der Langkessel hat einen vorderen zylindrischen Schufs, der mit dem Stehkessel durch einen kegeligen Schufs mit wagrechter Bodenlinie verbunden ist. Die Längsnähte haben Doppellaschennietung mit vier Nietreihen, die Rundnähte zweireihige Überlappungsnietung. Auf dem zylindrischen Schufs sitzt ein Dom, der wegen der beschränkten englischen Umgrenzungslinie sehr klein ausgefallen ist und eigentlich nur als Reglerhaube angesprochen werden kann. Der Rost ist in seinem hinteren Teil wagrecht, vorn leicht abfallend. An der Knickstelle ist ein Kipprost eingebaut. Der Kessel ist vorn mit dem als Sattel ausgebildeten mittleren Zylinder verschraubt, am hinteren Ende wird er je von einem vor und hinter der letzten Kuppelachse zwischen dem Rahmen liegenden Stahlgufsstück getragen. Die Rahmenwangen bestehen aus 29 mm starken Blechen. Sie sind von vorn nach hinten durch den Pufferträger, das Drehzapfengufsstück, den mittleren Zylinder, den Träger für die innere Gleitbahn, dann durch die schon oben als Kesselträger erwähnten Stahlgufsstücke und schliefslich noch durch den Kuppelkasten verstrebt.

Die Zylinder treiben alle die zweite Kuppelachse an. Die beiden äufseren liegen wagrecht, der Mittelzylinder ist unter 1 : 8 geneigt und auch weiter nach hinten gerückt als jene, um mit der Treibstange anstandslos über die erste Kuppelachse hinübergreifen zu können. Jeder Zylinder hat ein besonderes Einströmrohr. Die Ausströmzweigrohre der äufseren Zylinder treffen sich in einem Sattelstück, auf welches das Standrohr aufgesetzt ist. Der Abdampf des inneren Zylinders wird durch einen besonderen Zweig des Standrohres geführt, der kurz vor der Mündung von hinten in dieses einmündet. Die Kolbenschieber liegen alle wagrecht in einer Ebene. Die Steuerung nach Heusinger bewegt unmittelbar nur die äufseren Schieber; die Bewegung des mittleren wird in der bekannten Weise von aufsen durch Hebel abgeleitet, die vor den Schiebern liegen und um senkrechte Achsen schwingen. Am Drehpunkt des gröfseren Hebels sowie am Angriffspunkt des kleinen Hebels sind Rollenlager verwendet. Kolben und Kolbenstangen sind aus Chrom-Nickel-Stahl in einem Stück geschmiedet, letztere der Gewichtsersparnis halber der ganzen Länge nach durchbohrt. Die Gegenkurbeln haben Kugellager. Zum Umsteuern dient eine um eine senkrechte Achse drehbare Spindel, die allerdings nicht besonders angenehm zu bedienen sein mag. Auch die Treib- und Kuppelstangen sind aus Chrom-Nickel-Stahl, sie haben sämtlich ausgebuchste, geschlossene Köpfe. Nur der Kopf der inneren Treibstange ist natürlich geteilt.

An Einzelheiten mag noch erwähnt werden, dafs die Zylinderhähne durch Bowden-Züge betätigt werden, eine Anordnung, die wenn sie sich bewähren sollte, infolge des Wegfalls der sonst meist erforderlichen umständlichen Hebelübertragungen eine wesentliche Verbesserung vorstellen dürfte und Nachahmung verdienen würde.

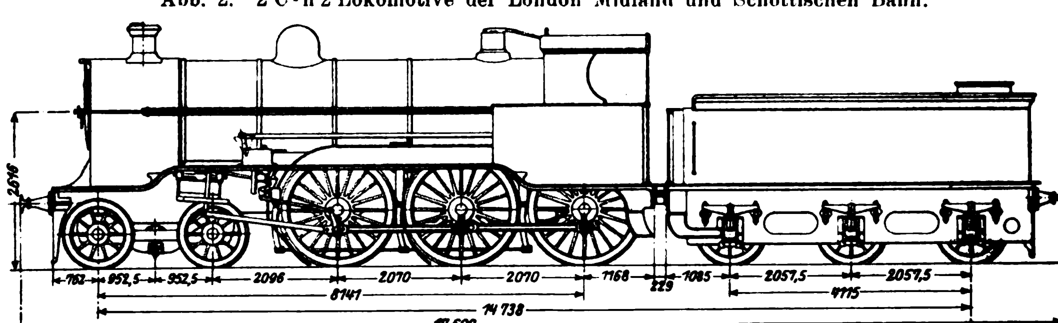
Die London Midland und Schottische Bahn ist durch eine von William Beardmore und Co. in den Dalmuir-Werken gebaute 2 C-h 2 Schnellzuglokomotive mit Innenzylindern vertreten. Eigenartig ist an ihr vor allem eine Durchbildung der Heusinger-Steuerung, wie sie sonst in England an Lokomotiven mit Innenzylindern nicht zu finden ist. Textabb. 2 zeigt ein Typenbild der Lokomotive. Ähnlich wie bei verschiedenen Lokomotiven der Italienischen Staatsbahn wird die aufsen liegende Schwinge von einer Gegenkurbel aus angetrieben. jedoch sind die Kolbenschieber wieder zwischen den Rahmen angeordnet, so dafs die Bewegung der Schieberschubstange beiderseits mittels eines um eine senkrechte Achse schwingenden Hebels nach innen übertragen werden mufs. Die Bewegung des Voreilhebels wird durch eine besondere Stange von der Kuppelstange abgeleitet. Diese Steuerung, die zwar leichter ist als die sonst in diesem Fall in England meist übliche Stephenson-Steuerung, jedoch schwerer als die normale Heusinger-Steuerung, soll sich bei der genannten Bahn gut bewährt haben.

Die Firma Armstrong, Whitworth und Co., die durch ihre Kriegslieferungen bekannt geworden ist, hat sich ähnlich wie Krupp teilweise auf den Bau von Eisenbahnfahrzeugen umgestellt und zeigt eine 2 D-h 3 Lokomotive, die für die Buenos Ayres Great Southern Bahn bestimmt ist und von der 25 Stück für 1676 mm Spurweite geliefert wurden. Die Aufsenzylinder sind unter 1 : 15, der Innenzylinder ist unter 1 : 6,5 geneigt. Sämtliche Zylinder treiben die zweite Kuppelachse an. Die Kolbenschieber von 254 mm Durchmesser werden von drei getrennten Heusinger-Steuerungen bewegt, die äufseren mittels Gegenkurbeln, die mittlere vermittels eines auf der Kurbelachse sitzenden Exzenters. Zu jedem Zylinder führt vom Sammelkasten aus ein besonderes Einströmrohr. Die drei Ausströmrohre vereinigen sich erst in der Rauchkammer dicht unter dem Blasrohr. Der Plattenrahmen hat 28,6 mm starke Rahmenwangen, die durch Stahlgufsstücke verbunden sind. Die Federn der Kuppelachsen sind entgegen der sonst in England üblichen Bauart durch Ausgleichhebel verbunden. Der Kessel besteht aus drei Schüssen und hat Belpaire-Feuerbüchse. Rauch- und Heizrohre sind aus Eisen und mit der ebenfalls flufseisernen Feuerbüchse nach dem Einwalzen und Bördeln elektrisch verschweifst. Zum Speisen des Kessels dient eine Sellers-Strahlpumpe sowie eine Kolbenpumpe von Weir in Verbindung mit einem Abdampf-Speisewasservorwärmer derselben Bauart. Letzterer hat 5,6 qm Heizfläche und ähnelt in Aufbau und Wirkungsweise dem bekannten Vorwärmer von Knorr. Der zur Vorwärmung erforderliche Dampf wird beim Blasrohr abgenommen.

Als Brennstoff ist für die Lokomotive Öl vorgesehen. Der auf zwei zweiachsigen Drehgestellen laufende Tender fafst deshalb in einem Behälter 8,75 t Öl, bei Verfeuerung von Kohle kann dieser Behälter jedoch entfernt werden und der Tender bietet dann Raum für 7 t Kohle. Der Tender hat Luftsaugebremse, die Lokomotive nur eine Dampfbremse, die zugleich mit der Tenderbremse in Tätigkeit tritt.

Die Hauptabmessungen der drei besprochenen neuzeitlichen Lokomotiven sind aus der Zusammenstellung I zu entnehmen.

Abb. 2. 2 C-h 2 Lokomotive der London Midland und Schottischen Bahn.



Zusammenstellung I.

	2 C 1 - h 3 Lokomotive der L. und N. E. Bahn	2 C - h 2 Lokomotive der L. M. und Sch. Bahn	2D - h 3 Lokomotiven der Buenos Ayres Gr. South. Bahn	
Kesselüberdruck p	12,7	12,7	14	at
Zylinderdurchmesser d	3 × 508	2 × 521	3 × 445	mm
Kolbenhub h	660	660	660	"
Kesseldurchmesser (gröfster aufsen)	1946	—	1727	"
Kesselmitte über Schienenoberkante	2857,5	2616	—	"
Feuerbüchse, Länge	1796	—	2226	"
" , Weite	2127	—	1213	"
Heizrohre, Anzahl	168	—	130	Stück
" , Durchmesser aufsen	57	—	54	mm
Rauchrohre, Anzahl	32	—	24	Stück
" , Durchmesser aufsen	133	—	133	mm
Rohrlänge	5791	—	—	"
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	20,0	12,9	14,5	qm
" " " Rohre	252,0	121,6	160,5	"
Heizfläche des Überhitzers	48,8	28,2	38,0	"
Heizfläche — im Ganzen — H	320,8	162,7	213,0	"
Rostfläche R	3,83	2,41	2,72	"
Durchmesser der Treibräder D	2032	1905	1410	mm
" " Laufräder vorn	965	1143	965	"
" " " hinten	1118	—	—	"
" " Tenderräder	—	1143	—	"
Fester Achsstand (Achstand der Kuppelachsen)	4420	4140	5334	"
Ganzer Achsstand der Lokomotive	10897	8750	8749	"
" " " " einschl. Tender	18558	14738	16802	"
Reibungsgewicht G_1	60,0	46,75	63,85	t
Dienstgewicht der Lokomotive G	92,45	66,25	83,65	"
" des Tenders	56,3	40,75	51,35	"
Vorrat an Wasser	22,7	13,6	18,0	cbm
" " Brennstoff	8	6	(Öl) 8,75	t
H:R	83,9	67,5	78,1	
H:G	3,48	2,46	2,55	
$H:G_1$	5,35	3,48	3,34	

Das sehenswerteste Stück der Ausstellung ist zweifellos die von der Nordbritischen Lokomotiv-Gesellschaft in Glasgow erbauten Versuchs-Turbolokomotive. Leider wird hier der Wissensdrang des Fachmannes nicht ganz befriedigt, weil äufserlich an der Maschine nicht viel zu sehen ist und andererseits keinerlei Zeichnungen von ihr aufliegen. Textabb. 3 zeigt die Lokomotive, die sich im Aufbau an die früheren englischen Turbolokomotiven anlehnt*). Sie unterscheidet sich aber von diesen grundsätzlich dadurch, dafs auf die elektrische Kraftübertragung bei ihr verzichtet und an deren Stelle ein Zahnradgetriebe eingebaut wurde. Die Lokomotive hat keinen Tender. Die ganze Anlage ist auf einem langen durchgehenden Rahmen aufgebaut, der auf zwei Drehgestellen ruht. Auf dem hinteren Teil des Rahmens liegt der Kessel mit dem Schornstein nach hinten gerichtet. Er hat normale Bauart mit Überhitzer und künstlichem Zug. Auf dem Vorderteil des Rahmens sitzt der Kondensator unter einer Blechverkleidung. Zwischen ihm und dem Kessel ist in der Mitte der Lokomotive der Stand für den Führer und den Heizer vorgesehen.

Jedes Drehgestell hat vier Achsen, von denen jeweils die beiden äufseren als Laufachsen wiederum ein Drehgestell der üblichen Bauart bilden. Die beiden inneren Achsen jedes Gestelles werden von den Dampfturbinen angetrieben, von denen je eine auf jedem Gestell mit der Achse in der Längsrichtung der Lokomotive sitzt, und zwar die Hochdruckturbine auf dem hinteren Drehgestell möglichst nahe beim Kessel, um kurze Hochdruckleitungen zu erzielen, die Niederdruckturbine auf dem vorderen Gestell nahe beim Kondensator. Weite Gelenkrohre verbinden die beiden Einheiten. In der Verlängerung der Turbinenwellen sitzt je zwischen den beiden Treibachsen ein gekapseltes Getriebe, das wiederum mittels Kegelrädern die beiden Achsen antreibt.

Der Kondensator hat Luftkühlung. Er besteht aus einer grofsen Anzahl dünner, senkrecht stehender Kupferrohre, zwischen denen bei Vorwärtsfahrt die Luft durchströmt. Am vorderen Ende der Kondensatorverkleidung strömt aus einer Anzahl von Rohren von einer Kreiselpumpe gefördertes Wasser in Form eines feinen Sprühregens aus, der durch den Luftzug gegen die Kondensatorelemente geschleudert wird. Der natürliche Luftzug wird durch einen am inneren Ende des Kondensators angeordneten Ventilator verstärkt. Ebenfalls vermittels einer Kreiselpumpe wird der Niederschlag aus dem Kondensator entfernt und durch die Speisepumpe wieder in den Vorwärmer und in den Kessel zurückgedrückt. Der Vorwärmer nützt dabei den Abdampf der Hilfsmaschinen aus.

Der Heizer steht auf der rückwärtigen Seite des Führerhauses. Er bedient neben der Feuerung die Speise- und Schmierpumpen und überwacht die Hilfsmaschinen. Dafs er hierzu meist nach hinten blicken mufs, ist als Nachteil anzusprechen. Die Beobachtung der Signale bleibt so fast dauernd dem Führer allein überlassen, der auf krümmungsreichen Strecken dauernd den Platz wechseln mufs, da die Kondensatorverkleidung die

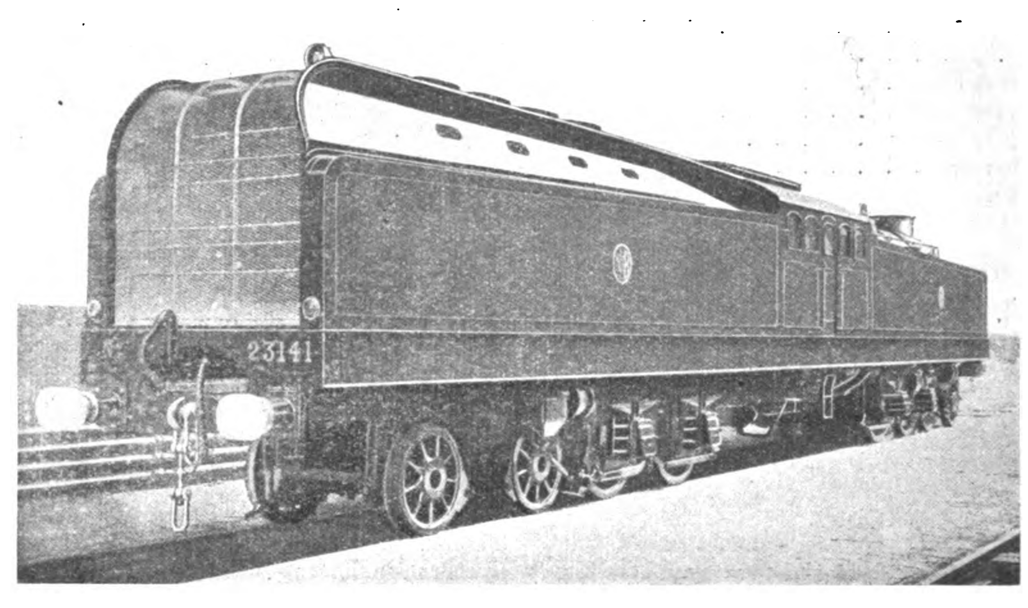
*) Organ 1924, Heft 1 und 2.

Aussicht stark behindert. Rechts ist das Handrad für die Handbremse, zur linken die Griffe für die Luftdruck- und Luftsaugebremse sowie ein grofses Handrad zur Regelung der Turbinenanlage.

Die Lokomotive hat das gefällige Aussehen, das alle englischen Lokomotiven auszeichnet. Der Aufbau scheint klar und übersichtlich, vor allem im Vergleich mit der Turbolokomotive von Ljungström. Die Turbinen sitzen wohl versteckt, es ist aber anzunehmen, dafs für gute Zugänglichkeit von oben her gesorgt ist. Nachteilig ist, dafs die Lokomotive vermöge ihrer Bauart in der Regel nach einer Richtung fahren mufs, sie hat dies aber mit den üblichen Schlepptenderlokomotiven gemein und bietet dazu noch den Vorteil, dafs die Bedienungsmannschaft nie vom Rauch und auch nicht von Kohlenstaub belästigt wird, da die Kohlenbunker nach rückwärts seitlich des Kessels liegen. Leider sind von der Lokomotive keine Abmessungen gegeben und auch über Versuchsfahrten ist noch nichts bekannt geworden. Man wird also mit einem endgültigen Urteil noch zurückhalten müssen.



Abb. 3. Turbolokomotive der Nordbritischen Lokomotiv-Gesellschaft in Glasgow.



Aufser diesen neuzeitlichen Lokomotiven findet man nur noch einige kleine Schmalspurlokomotiven mit Antrieb mittels Verbrennungsmotor, die nichts besonderes bieten, sowie verschiedene Modelle. Dagegen zeigt die Firma Cammell Laird und Co. auf ihrem Stand einen ganz interessanten Dampftriebwagen. Er soll, wie alle derartigen Fahrzeuge, den Betrieb auf wenig befahrenen Nebenstrecken verbilligen. Der Wagen ruht mit seinem eisernen Untergestell auf der einen Seite wie üblich auf einem Drehgestell, während er auf der andern Seite mittels eines Drehzapfens, der knapp hinter der inneren Achse des Triebgestells sitzt, sich auf dieses aufstützt. Durch entsprechende Lage des Kessels wird dabei das Gleichgewicht im Triebgestell gewahrt. Der Führerstand und der Wagenkasten sind durch einen breiten Faltenbalg verbunden. Der Radstand des Triebgestells beträgt 2134 mm, derjenige des Laufgestells 1676 mm, die Entfernung zwischen den Gestellmitten 13056 mm und die ganze Länge des normalspurigen Wagens 17196 mm. Die gewählte Achsanordnung soll den Wagen ganz besonders zum Durchfahren kleinster Krümmungen geeignet machen. Zur Dampferzeugung dient ein Sentinel-Kessel mit 5,42 qm Verdampfungsheizfläche, 1,35 qm Überhitzerheizfläche und 0,37 qm Rostfläche; der überhitzte Dampf hat eine Spannung von 19,4 at und eine Temperatur von 224° C. Das Speisewasser wird auf 80° C vorgewärmt. Die Dampfmaschine besteht aus zwei doppelwirkenden Zylindern von 171 mm Durchmesser und 229 mm Hub, die mit 600 bis 650 Umdrehungen/Min. arbeiten. Die Kraft wird mittels Kette über eine Blindwelle auf beide Achsen des Triebgestells übertragen. Zusammenstellung II zeigt die Leistungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten.

Zusammenstellung II.

Anzahl der Umdrehungen der Triebmaschine/Min.	175	350	425	602
Geschwindigkeit des Wagens in km/Std	16	32	48	56
Leistung bei 33% Füllung in PS	54	60	58	47
Zugehörige Zugkraft in kg . .	920	510	330	230

Beim Anfahren können mit 80% Füllung 1800 bis 2250 kg Zugkraft entwickelt werden. Der Dampfverbrauch für die PSe-Stunde soll zwischen 9 und 11,4 kg liegen, die stündliche Dampferzeugung rund 680 kg betragen. Der Wasservorrat beträgt bei dem ausgestellten Wagen etwa 1 cbm, kann aber auch noch gröfser gewählt werden. Er ist im Führerstand, bei andern Wagen auch unter dem Wagenkasten untergebracht. Das volle Betriebsgewicht des ausgestellten Wagens beträgt 20954 kg: davon entfallen 11926 kg auf das Triebgestell und 9028 kg auf das Laufgestell.

In der Regel fährt der Wagen mit dem Triebgestell voraus und der Führer hat dann alle Hebel zur Hand. Jedoch ist auch das andere Wagenende mit der für die Bedienung erforderlichen Einrichtung ausgerüstet; die Übertragung geschieht mechanisch. Beim Triebgestell sitzt über jedem Achslager eine Blattfeder, indessen sind keine Achslagerführungen vorhanden, sondern nur nachstellbare Achslagerhaltestangen. Das Laufgestell besitzt nur eine grofse Querfeder, die zugleich als Wiege ausgebildet ist. Von jedem Drehgestell wird nur je eine Achse gebremst und zwar greifen die Klötze nicht aufsen am Radreifen, sondern in einer auf der Innenseite der Räder befestigten Bremstrommel an.

Die geschilderte Bauart soll sich für alle Spurweiten und Verhältnisse eignen. Zur Zeit werden derartige Wagen für Australien, Südafrika, Indien, sowie für verschiedene andere europäische und fremde Länder gebaut. Der erste wurde vor einiger Zeit in Jersey in Betrieb genommen und soll mit verhältnismäfsig geringen Betriebskosten in den ersten zehn Betriebsmonaten schon über 250 000 Personen befördert haben.

Dannecker.

Die ersten Versuchsbauarten der Grofsgüterwagen der Deutschen Reichsbahn.

Von Oberregierungsbaurat **Laubenheimer**, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts Berlin.

(Schlufs von Seite 379.)

Hierzu Tafeln 38 bis 40 in Heft 17.

5. Bauart Waggonfabrik A. G. Uerdingen, Uerdingen (Rhein).
(Textabb. 7—9 und Abb. 13—16 auf Taf. 38).

Dieser Grofsgüterwagen dient zum Transport von Schüttgütern, wie Kohle, Koks, Salz, Erz usw. und auch zum Stückguttransport. Zu diesem Zwecke besitzt er einen Fufsboden, dessen Mittelteil fest, und dessen Seitenteile an diesen angelenkt, derart klappbar angeordnet sind, dafs sie sich einmal als Sattel, zum andernmal als wagerechte Fufsbodenteile einstellen lassen. An den festen Mittelfufsboden schliefsen sich aufserdem feste Rutschbleche an, welche mit den umlegbaren Fufsbodenteilen bei entsprechender Einstellung derselben einen vollkommenen Sattel bilden, während bei wagerechter Einstellung der Fufsbodenseitenteile die Rutschbleche überdeckt werden, so dafs ein Wagen mit vollkommen rechteckigem Querschnitt geschaffen wird. In Mitte Wagen wird der Kasten durch eine Querwand in zwei Hälften geteilt. In jeder Seitenwand sind zwei um Vertikalachsen drehbare Doppeltüren zur Handentladung bzw. Beladung, sowie je vier um wagrechte, zur Seitenwand parallele Achsen schwingende Klappen angeordnet. Mit Rücksicht auf die fachwerkartige Ausbildung der Seitenwände zum Schutze gegen Kräfte in der Gleisrichtung sind die äufseren Klappen schräg abgeschnitten. An jeder Stirnwand sind zwei Verschlufshebel angeordnet, welche fest mit den seitlich unter dem Wagen liegenden Verschlufswellen verbunden sind, auf denen die Schliefshaken zum Verschlufs der Klappen angeordnet sind. Von jedem Handhebel können zwei Klappen einer Wagenseite bedient werden. Zur Feststellung des Handhebels dient ein Überwurfhaken mit Fallsicherung.

Der Wagen ist in seinen Rungen, Fachwerkstützen und Besätzen so kräftig gehalten, dafs er allen auf ihn einwirkenden Betriebsbeanspruchungen gewachsen ist. In der einen Stirnwand ist zur Betätigung der Luftdruckbremse ein offener Bremsersitz eingebaut, zu welchem Stufen und Handgriffe führen, und von welchen aus auch der Notbremszug erreichbar ist.

Der Wagen besitzt keine Drehgestelle, sondern vier in einem Rahmen vereinigte Lenkachsen, welche sowohl in Längs- und Querrichtung das zum Befahren von Gleisbögen erforderliche Spiel gegen die vermittels der Hilfslangträger an den Rutschblechen befestigten Achshalter besitzen. Die Rutschbleche sind durch sechs Querträger und die Kopfträger mit den kräftigen Mittelstreben derart versteift, dafs sie alle Lastmomente mit Sicherheit aufnehmen.

Die Federn jeder Längsseite sind paarweise durch Längsausgleichhebel ausgeglichen, während zwei gegenüberliegende ausgeglichene Federgruppen durch einen Querausgleich ausgeglichen sind, wodurch eine ideelle Dreipunktlagerung geschaffen wird.

In den kräftigen Mittelstreben sind an den Enden die durch Ringfedern von 50 t Tragfähigkeit abgefederten selbsttätigen Willison-Kupplungen gelagert. Aufserdem ist eine Stirnseite mit Hülsenpuffern ausgerüstet.

Die Luftdruckbremse bremst den vollbeladenen Wagen im Mittel mit 65 % und den unbeladenen im Mittel mit 61 % ab.

Als Lager kommen Jaegersche Rollenlager zur Verwendung.

Die Wagenhöhe über S. O. beträgt 3695 mm, die lichte Breite 2800 mm, die Länge des Kastens 11050 mm. Der äufsere Radstand ist 7200 mm, der innere 4200 mm, der Überhang 1925 mm und der Raddurchmesser 940 mm. Die Tragfedern haben eine gestreckte Länge von 1250 mm und 12 Blatt von 120 × 13 mm Blattquerschnitt. Das Eigengewicht beträgt ca. 24,9 t.

b) Mit Sattelbildung im Augenblick der Entladung. (Ziffer 6—9.)

6. Bauart Waggonfabrik Gustav Talbot & Cie. m. b. H., Aachen. (Textabb, 15 und Abb. 5—8 auf Taf. 38).

Der Wagen ist als Kastenwagen mit Flügeltüren in den Seitenwänden und flachem Boden gebaut. Der gröfste Teil des Bodens besteht aus Klappen, die an dem mittleren Hauptträger drehbar gelagert sind und in geöffneter Stellung Rutschflächen für das dem Kasten entströmende Ladegut bilden. In geschlossener Stellung ruhen diese Klappen mit je zwei verschiebbar an ihnen angebrachten Verschlufskörpern auf Wellen, die unter dem Untergurt der Seitenwände gelagert sind. Hierbei stehen die vorderen gezahnten Teile der Verschlufskörper mit gleichfalls gezahnten Rädern in Eingriff, die auf den Verschlufswellen befestigt sind. An den Verschlufskörpern sind ferner Ketten angeschlossen, die um schneckenförmige auf den Wellen befestigte Hülsen herumgeführt und mit diesen verbunden sind.

Der Vorgang zum Öffnen der Klappe ist folgender:

Die Verschlufswellen werden von den Kopfseiten der Wagen aus mittels Handhebel und Ratschen in entsprechender Richtung gedreht. Hierdurch werden die Verschlufskörper der Klappen von den Wellen entfernt und die Klappen fallen nach unten, wobei die Ketten sich von den schneckenförmigen Hülsen abwickeln. Der Schlag der herunterfallenden Klappen wird durch besondere Federpuffer gemildert. Durch Zurückdrehen der Verschlufswellen werden durch die sich aufwickelnden Ketten die Klappen hochgebracht und durch den Eingriff der gezahnten Räder in den gezahnten Teil der verschiebbaren Verschlufskörper gesichert.

Der Wagen ist mit zwei zweiachsigen Drehgestellen ausgerüstet, deren Rahmen nach Art der »Diamondtype« aus Flacheisenstreben hergestellt sind. Die Drehkörper und seitlichen Gleitstücke werden von besonderen Wiegen getragen, die auf Kugelfedern ruhen. Jedes Drehgestell erhält acht solcher Federn.

Der Wagen ist mit einreihigen, kugelflächigen Rollenlagern der Bauart S. K. F.-Norma ausgerüstet. Die aus Flufseisengufs bestehenden Lagergehäuse sind mit dem Flacheisenrahmen der Drehgestelle fest verschraubt.

Der Raddurchmesser beträgt im Laufkreis 94 mm, die Entfernungen von Mitte zu Mitte Achsschenkel in der Querrichtung 1850 mm; der Achsschenkel ist der Lagerkonstruktion entsprechend ausgebildet.

7. Bauart Fried. Krupp A. G., Lowa, Essen-Ruhr.
(Textabb. 10 u. 11 und Abb. 9—12 auf Taf. 39.)

Der Wagen dient hauptsächlich zur Beförderung von Massengütern und ist mit Selbstentladeeinrichtung versehen. Er ist jedoch auch ohne irgendwelche Umstellungen zur Beförderung von Stückgütern stets ladefertig. Der Wagenkasten ist durch eine Querwand geteilt. Jede Hälfte besitzt ein Entladegetriebe unter dem Boden, zwei ausschwingbare Seitenwände mit eingebauten zweiflügeligen Türen und eine von der anderen Hälfte unabhängige Verschlufsvorrichtung.

Zwischen dem Untergestell und dem aus vier freien Lenkachsen bestehenden Laufwerk sind Längs- und Querhebel zum Ausgleich der Raddrücke eingebaut.

Vier paarweise angeordnete Radsätze mit hohlgebohrten Achsen und Scheibenrädern von 940 mm Laufkreisdurchmesser sind mit Rollenlagern Bauart »Krupp« ausgerüstet. Die Gehäuse der Rollenlager haben zwischen den Gleitbacken der am Untergestell befestigten Achshalter sowohl längs als auch quer zum Gleis den für freie Lenkachsen erforderlichen Spielraum

zum Befahren von Bögen mit geringem Halbmesser bis herab zu 80 m. Die Gehäuse sind ferner mit einer Bohrung zur Aufnahme des Zapfens der Federbunde versehen. Die Federbunde umschliefsen die 13-lagigen Tragfedern aus geripptem Federstahl von 90 × 13 mm Querschnitt. Das Hauptblatt jeder Feder hat eine gestreckte Länge von 1120 mm von Augenmitte zu Augenmitte.

Die äufseren Schaken der Tragfedern jedes Radsatzpaares sind in seitenbeweglichen Gehängestützen gelagert, die im Untergestell befestigt sind; die inneren Schaken sind an Längshebeln aufgehängt. Die Drehachsen der Längshebel werden von kugelig gelagerten Stangen gefafst und sind durch diese mit den Endpunkten der Querhebel verbunden. Diese ist mit seinem Mittelpunkt im Untergestell gelagert und durch Rückstellfedern gegen das Untergestell abgestützt und in seinem Ausschlag begrenzt.

Der Wagen ist an jeder Stirnseite mit einer selbsttätigen Mittelpufferkupplung Bauart »Willison« und mit einer den Zug und den Stofs aufnehmenden Reibungsfeder Bauart »Kreissig« ausgerüstet. Jeder Kuppelkopf ist seitenbeweglich in einem am Stirnwandträger befestigten Führungsstück gelagert. Die Auslösevorrichtung befindet sich aufserhalb des Untergestelles vor der Stirnwand.

Hauptmafse:

Äufserer Achsstand	7500 mm
Innerer Achsstand	4500 »
Gesamtlänge des Wagens zwischen den Enden der Mittelpufferkupplung	12056 »
Äufsere Länge des Untergestelles	10700 »
Pufferhöhe des unbeladenen Wagens	1065 »

Das Untergestell besteht aus zwei mittleren und zwei äufseren Langträgern NP 26, die durch gebördelte und genietete Kopfstücke aus 8 mm Blech an den Enden miteinander verbunden sind. Aufserdem werden die Langträger durch zwei genietete Hauptquerträger, vier **U**-Querträger NP 14 und die mittlere Querwand zusammengehalten. Weitere Quereisen bestehend aus **U**-Träger NP 10 nehmen die Bodenstützen auf. Sämtliche Querverbindungen sind zur Aufnahme der Lasten und Stützdrücke und deren Verteilung auf die Langträger herangezogen. Die gegenseitige Längsverschiebung der Langträger wird durch vier **U**-Querstreben NP 14, sowie dadurch, dafs sämtliche Querträger durch 8 mm starke Knotenbleche angeschlossen sind, verhindert.

Die Stege des äufseren Langträgers sind an den Stellen, wo Ausschnitte in den Flanschen für die Räder erforderlich wurden, durch Laschen 230 × 12 mm und ein Winkeleisen 90 × 75 × 11 verstärkt.

Die Kopfstücke sind ferner durch quergelegte **Z**-Eisen NP 10 versteift.

Zum Wagenkasten gehören die beiden Stirnwände, die auf die Kopfstücke aufgebaut sind, und durch Rungen aus **U**-Eisen NP 12 gestützt werden, sowie die mittlere Querwand. An der einen Stirnwand ist der durch Leitern erreichbare Bremserstand und der Kurbelschutzkasten angebracht. Sämtliche Wände bestehen aus 4 mm starkem Blech und sind im unteren Teil nach dem Wageninnern abgebogen. Sie sind am oberen Teil der Wagenlängsseiten miteinander durch einen genieteten **Z**-Träger, bestehend aus 4 mm starkem Stehblech und zwei Gurtwinkeln 80 × 65 × 8 und 65 × 65 × 7 verbunden. Die Anschlufspunkte sind durch 6 mm starke Knotenbleche besonders versteift. An den **Z**-Trägern hängen ferner die Gelenke für die Seitenklappen.

Die Eckrungen, sowie die Mittelrungen bestehen aus genieteten Trägern von 158 mm bzw. 206 mm Höhe. Verwendet sind je zwei Gurtwinkel 65 × 65 × 7 bzw. 50 × 50 × 7 und 6 mm starke Stehbleche.

Den oberen Abschlufs des Wagenkastens bilden aufser den obengenannten Längsträgern Saumeisen aus **U**-Eisen NP 12 an den Stirnwänden und zwei Winkel 50 × 50 × 6 an der Mittelwand.

Abmessungen:

Äufsere Länge des Wagenkastens	10700 mm
Lichte Länge des Wagenkastens	10692 »
Äufsere Breite des Wagenkastens	2844 »
Lichte Breite des Wagenkastens	2836 »
Breite des Wagenkastens über die am weitesten vorspringenden Teile	3034 »
Höhe der Oberkante der Stirnwand in der Mitte über O. S.	3600 »
Höhe der Oberkante der Seitenwand über O S.	3435 »
Höhe der Oberkante der Seitenwand über Fufsbodenkante	1975 »
Breite der Öffnung für die Seitenklappen	5099 »
Fufsbodenhöhe	1460 »

Jede der vier Seitenklappen besteht aus 4 mm Blech, einem oberen Saumwinkel 65 × 65 × 9, zwei senkrechten, seitlichen Winkeln 65 × 65 × 7, zwei senkrechten, mittleren **U**-Eisen NP 8 und zwei Diagonaleisen **Z** NP 6. An den beiden senkrechten **U**-Eisen hängen in dem mittleren Felde der Seitenklappe in Gelenken die beiden Flügel der Ladetür.

Die Durchgangsöffnung der Tür ist 1500 mm breit und 1640 mm hoch. Der Verschlufs entspricht in seinen Teilen im wesentlichen dem des A 10-Wagens, nur mit dem Unterschied, dafs er sowohl oben wie unten die Türen in der Seitenklappe verriegelt.

Breite der Seitenklappe	5119 mm
Höhe der Seitenklappe	1735 »
Breite der Tür	1514 »
Höhe der Tür	1660 »

Der Boden jeder Wagenhälfte ist in der Mitte und zwar in der Längsrichtung des Wagens unterteilt. Beide Teile greifen gelenkartig ineinander und sind miteinander drehbar verbunden. Sie bestehen aus einer rahmenartigen Verträgerung, auf die die 6 mm starken Bodenbleche genietet sind, und stehen durch bewegliche Stützen und Lenker mit dem Untergestell in Verbindung, so dafs sie sich unter der Einwirkung einer Last dachförmig aufzurichten vermögen, sobald sie von der Verschlufswelle an den Seitenklappen freigegeben werden. Vier Ausgleichfedern, die ebenfalls zwischen Boden und Untergestell angebracht sind, bewirken, dafs der Boden leicht von Hand in die wagrechte Lage zurückgebracht werden kann.

Verschlufseinrichtung: Das untere Saumeisen jeder Seitenklappe ist mit Lagern versehen, worin die Daumenwelle von 55 mm Durchmesser ruht. Auf dieser sind sieben Daumen befestigt, die unter den Boden fassen und ihn an seinen äufseren Längswinkeln festhalten. Jede Daumenwelle ist am Stirnwandende mit einem Hebel versehen, der sich gegen den Nocken des Entladegriffes legt. Ein derartiger Griff befindet sich an jedem Ende der quer zum Wagen an der Stirnwand befindlichen Verriegelungswelle.

Wird nun die Welle auf einer Seite durch den Entladegriff gedreht, so werden auf beiden Seiten des Wagens die Nocken vor den Hebeln der Daumenwellen entfernt. Die Wellen drehen sich und die Daumen lösen die Verbindung zwischen Boden und Seitenklappe, wodurch der Entladevorgang eingeleitet wird.

Gegen unbeabsichtigtes Öffnen sind die Entladegriffe durch Klappen, welche auf einer gemeinsamen Sicherungswelle sitzen, gesperrt.

Die Bremsspindel für die Handbremse liegt wagrecht im Untergestell. Sie besitzt doppelgängiges Linksgewinde von 40,4 mm äufserem Durchmesser, 33,4 mm Kerndurchmesser und 6 Gängen auf 4" englisch und ruht in einem geschmiedeten Spurlager; auf ihr zylindrisches Ende ist ein Kegelrad aufgesetzt, dessen Gegenrad auf einer Welle sitzt, die zum Bremserstand geführt ist und die Handkurbel trägt. Die Bremsspindel steht durch eine Stange und wagrechte Laschen mit einem im Untergestell festen Umlenkhebel in Verbindung, der in die Bremszugstange eingreift und nur die dem Bremserstand nächstliegenden beiden Achsen abbremst.

8. **Bauart Linke-Hofmann-Lauchhammer A. G., Breslau.** (Textabb. 12 und Abb. 13—16 auf Taf. 39).

Dieser Flachbodenselbstentladewagen ist stets be- und entladebereit, ganz gleich, ob der Wagen als Selbstentlader oder als Stückgutwagen verwendet werden soll. Die Entleerung erfolgt nach beiden Seiten gleichzeitig.

Die Drehgestelle sind genietet; es sind acht Bremsklötze in jedem Drehgestell vorgesehen. Die Abfederung erfolgt durch 10-lagige, 1000 mm lange Blattfedern aus geripptem Spezialstahl 90 × 13 mm.

Scheibenradsätze mit 940 mm Laufkreisdurchmesser sowie Achsbuchsen (Gleitlager) entsprechen den Normalien der Deutschen Reichsbahnen. Ein Durchdrehen der Drehgestelle ist nicht beabsichtigt.

Das Untergestell besteht aus zwei U-Eisen 280 × 90 × 10 mit Lamellen 210 × 13 mm genieteten Langträgern, welche durch Querträger wiederum miteinander verbunden sind. Die als Kastenträger ausgebildeten äufserst kräftigen Kopfträger werden durch Streben aus U-Eisen 235×90×10 gegen den Langträger abgestützt. Die Abstützung auf die Drehgestelle erfolgt durch Drehzapfenlager, ähnlich wie bei den vierachsigen Schienenwagen jedoch der gröfseren Tragfähigkeit und des Eigengewichtes entsprechend verstärkt, sowie durch seitliche Gleitstücke.

Der Kasten aus 5 mm starken Blechen ist in der Mitte durch eine feste Zwischenwand geteilt. Die Stirnwände sind ebenfalls fest angeordnet. Die Seitenwände sind in ihrem oberen Teil fest, nach den Stirnwänden und der festen Zwischenwand zu portalförmig ausgebildet und mit den Stirnwänden und Kopfträgern kräftig verbunden. Der untere Teil der Seitenwände besteht je aus zwei nach aufsen schwingenden Klappen, welche im geschlossenen Zustand von den portalförmig ausgebildeten festen Seitenwänden umfafst werden, wodurch eine äufserst feste Versteifung erreicht wird.

In jeder unteren Seitenwand sind zwei Türen von 1500×1600 lichter Öffnung in üblicher Ausführung vorgesehen, welche es ermöglichen, den Wagen auch von Hand aus zu be- und entladen.

Der Boden aus 8 mm starkem Blech, besteht aus zwei Hälften, welche durch Scharniere miteinander verbunden sind und sich durch Rollen auf die auf den Langträgern befestigten schrägen Laufschienen stützen. Der Unterstützungspunkt des Bodens ist so gewählt, dafs nach dem Öffnen der Daumenwellenverschlüsse bei beladenem Wagen der Boden selbsttätig die in der Zeichnung angegebene strichpunktierte Entladestellung einnimmt und nach dem Entladen in die horizontale Lage zurückkehrt. Der Abrutschwinkel, den die beiden zu einem Eselsrücken sich aufstellenden Bodenklappen bilden, beträgt 42°.

Die Daumenwellenverschlüsse können von jeder Wagenlängsseite aus beliebig, oder aber auch von einer unter dem Wagen befindlichen Grube aus betätigt werden. Das Schliefsen der Klappenverschlüsse bzw. das Verriegeln der Bodenklappen geschieht nur von den Wagenlängsseiten aus. Die Verschlüsse befinden sich an beiden Stirnenden, jede Kastenhälfte kann für sich allein entleert werden. Um beim Entladen die Schienen frei zu halten, sind besondere Schüttbleche angebracht, welche das Ladegut möglichst weit ablenken. Diese Schüttbleche sind, soweit sie oberhalb der Drehgestelltragfedern liegen, aufklappbar und werden von den Drehgestellen, falls nicht kleinere Bögen als 100 m durchfahren werden, nicht berührt.

Die Wagen sind mit selbsttätiger Mittelkupplung Bauart Willison ausgerüstet und besitzen aufserdem Hülsenpuffer normaler Bauart an beiden Stirnseiten.

9. **Bauart Orenstein & Koppel A. G., Berlin.** (Textabb. 13 u. 14 und Abb. 1—4 auf Taf. 40).

Der Wagen ist ein sogenannter Flachboden-Selbstentlader, der in geschlossenem Zustande einen Kasten von rechteckiger Form mit flachem Boden besitzt. Die Konstruktion des Bodens ist so durchgebildet, dafs der Wagen jederzeit, ohne irgendwelche Vorbereitung vor der Beladung, als Selbstentlader mit gleichzeitiger Entladung nach beiden Seiten entleert werden kann; jedoch ist auch eine teilweise Entladung des Wagenkastens nur nach einer Seite möglich.

Das Untergestell ruht auf zwei Drehgestellen und besteht im wesentlichen aus zwei durchlaufenden genieteten Langträgern, die an geeigneten Stellen durch Querverstrebungen miteinander verbunden und versteift sind. Die Kopfträgerkonstruktion ist kastenartig ausgebildet und besonders kräftig mit den Langträgern verbunden. Die Abstützung des Traggestelles auf das Drehgestell geschieht in der üblichen Weise mittels Stahlgufsdrehpfannen und seitlicher Gleitbacken. Die Gleitbacken am Untergestell sind an konsolartigen, seitlich an den Langträgern angeordneten Stützen befestigt.

Die Drehgestelle bestehen aus genieteten Langträgern und Querträgern, sowie Kopfträgern aus Profileisen, welche untereinander durch Winkel und Bleche verbunden sind. Die Bauart lehnt sich in der Hauptsache an die Normalausführung der bei der Reichsbahn verwendeten Güterwagendrehgestelle an.

Das Laufwerk besteht aus 40 mm hohlgebohrten Radsätzen mit vergüteter Achse und mit Rädern von 940 mm Laufkreisdurchmesser und Rollenlagern Bauart S. K. F.-Norma. Die Abfederung geschieht durch 12-lagige 1250 mm lange Blattfedern aus geripptem Stahl 120 × 13 mm. Die Federn sind in Laschen aufgehängt, die an den Kopfseiten der Drehgestelle an feste Federböcke und an der anderen Seite an Ausgleichhebel angelenkt sind, die in der Mitte der Drehgestellangträger drehbar gelagert sind.

Der Wagenkasten besteht aus den mit dem Untergestell verbundenen Stirnwänden und den mit den Stirnwänden verbundenen Seitenwänden, welche in ihrem unteren Teile zur Aufnahme der Seitenwandklappen portalartige Ausschnitte besitzen. Mit den Seitenwänden und dem Untergestell fest verbunden ist die mittlere Querwand, welche den Kasten in zwei gleiche Teile teilt. In jeder Seitenwand sind zwei in Gelenken aufgehängte, ausschwenkbare, trapezförmige Klappen angeordnet, welche ihrerseits wieder durch doppelflügelige Drehtüren unterbrochen sind. Der Wagenboden besteht für jedes der beiden Abteile aus drei Paar Bodenklappen, die in geschlossenem Zustand eine völlig ebene Fläche bilden, während beim Öffnen jedes Klappenpaar einen Eselsrücken bildet. Jede Klappe ist drehbar in zwei Lagerböcken gelagert, die auf den Langträgern befestigt sind und wird bei geschlossenem Wagen an ihrer Aufsenkannte durch Nocken unterstützt, welche an den ausschwenkbaren Seitenwänden befestigt sind. Die Stärke der Bleche der festen Wände sowie der ausschwenkbaren Wände und der Türen ist 5 mm, diejenige der Bodenklappen 7 mm. Die festen Seitenwände sind mit den Stirnwänden durch Winkeleisen verbunden. Der obere Teil der Seitenwände ist entsprechend der Wagenumgrenzungslinie eingezogen, wodurch sich eine erwünschte Versteifung des Kastens in seinem oberen Teile ergibt. Die Wände, Klappen und Türen sind aufserdem durch Profileisen eingefafst und versteift.

Zum Verschlufs des Wagens dienen Daumenverschlüsse, durch welche die ausschwenkbaren Seitenwandteile mit den festen Stirnwänden und der Zwischenwand verbunden werden. Hierdurch ist auch der Kastenboden verriegelt, da die Bodenklappen bei geschlossenem Wagen durch die festen Nocken der ausschwenkbaren Seitenwandteile unterstützt werden. Die Verschlufsdaumen jeder Seitenwandklappe sitzen auf einer gemeinsamen Welle, die vom Wagenstirnende aus gedreht werden kann, und zwar stehen die von ein und derselben Stirnwand aus bedienbaren Daumenwellen beider Wagenseiten so miteinander in Verbindung, dafs sie sowohl gemeinsam als auch einzeln ausgelöst und einzeln verschlossen werden können.

Nach Auslösen der Verschlüsse schwingen die ausschwenkbaren Seitenwandteile unter dem Druck der Ladung seitwärts aus und entziehen dadurch den Bodenklappen die äufsere Unterstützung. Die Klappen drehen sich dann — ebenfalls unter dem Druck der Ladung — um ihre festen Gelenke auf den Wagenlangträgern. Die Klappen sind über ihre Gelenke hinaus nach der Wagenmitte zu verlängert und überdecken einander. Die überdeckte Klappe ist in solcher Form nach unten abgebogen, dafs während der Kippbewegung die Kante der überdeckenden Klappe auf ihr gleitet und damit in jeder Stellung der Klappen den stetigen Übergang von der überdeckenden zur überdeckten Klappe sichert. Diese Durchbildung der Klappenkonstruktion, die die Verwendung fester Klappendrehpunkte ermöglicht, ist ein besonderes Kennzeichen der Bauart. Die Klappen sind mit Ausgleichvorrichtungen versehen, die so durchgebildet sind, dafs das Wiederverschliefsen, d. h. das Heben der Klappen aus der geneigten in die wagrechte Lage, von Hand ohne nennenswerte Kraftanstrengung erfolgen kann. Wenn die Klappen einzeln in ihre wagrechte Lage zurückgebracht worden sind, werden die Daumenverschlüsse verriegelt.

Umschaltbremse Bauart Suchanek.

Von Ministerial-Rat a. D. **Staby**, München.

Die Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse bildet ein wirksames Mittel zur Erhöhung der Betriebssicherheit und zur Verminderung der Betriebskosten. Als erste Verwaltung des Kontinents hat sich die Deutsche Reichsbahn zur Einführung einer durchgehenden Bremse entschlossen und wird in kurzer Zeit die Ausrüstung des gesamten Güterwagenparks mit der Kunze-Knorrbremse zu Ende geführt haben. Auch die schwedische Staatsbahn führt das gleiche Bremssystem bei ihren Güterzügen ein; andere europäische Eisenbahnländer werden voraussichtlich diesem Beispiele bald folgen.

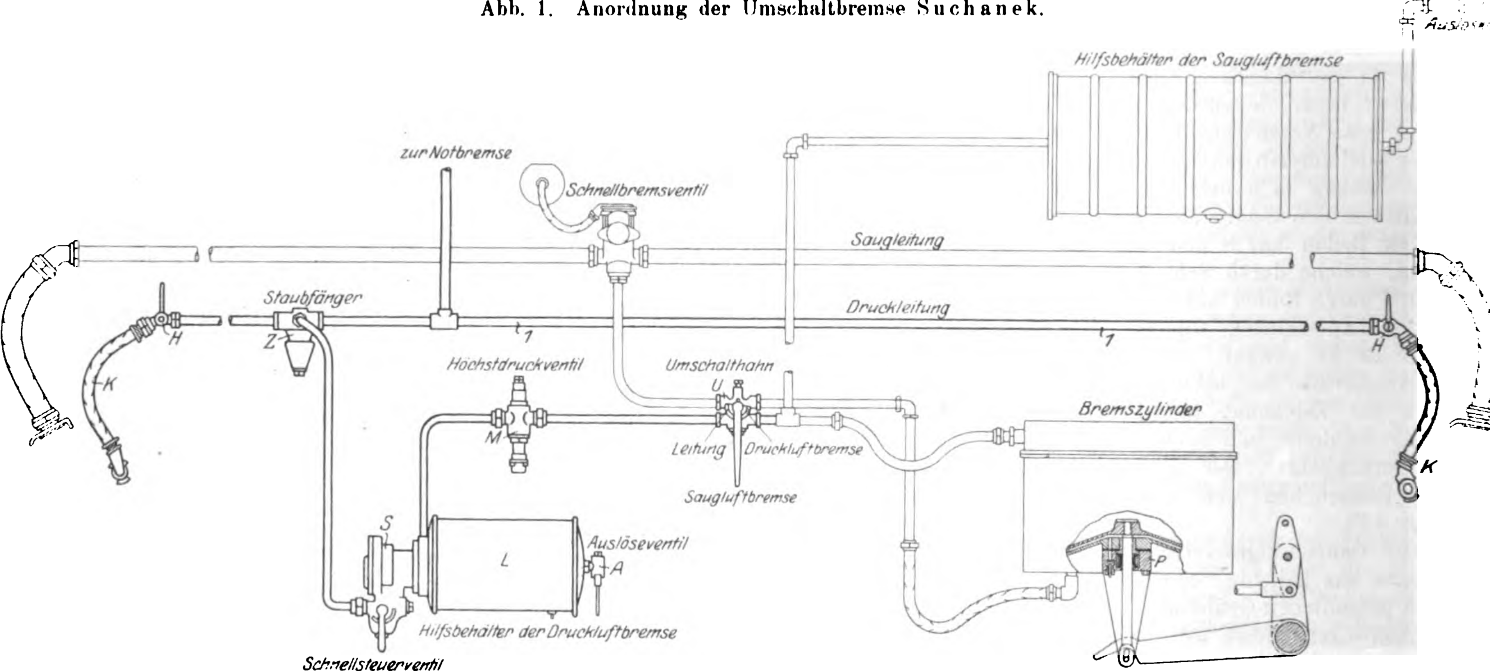
Für den internationalen Güterzugverkehr werden nach den Beschlüssen der Union nur Druckluftbremsen zugelassen werden. Solche Verwaltungen, die heute in ihren Personenzügen die Saugluftbremse führen, werden bei der Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse sich daher entschliefsen müssen, auch für die Personenzüge zur Druckluftbremse überzugehen, da Personen- und Güterzugbremsen unbedingt zusammen arbeiten müssen, um Güterwagen in Personenzügen und Personenwagen in Güter- und gemischten Zügen mitführen zu können.

Die Umänderung der Saugluftbremsen wird nun bei vielen, namentlich älteren Personenwagen einige Schwierigkeiten bereiten. Besonders der Umstand, dafs der Saugluftbremszylinder des Rollringes wegen nur senkrecht aufgehängt werden darf, während die Druckluftbremszylinder wagrecht liegen, wird eine kostspielige Änderung des Bremsgestänges erfordern. Bei vielen Wagen läfst sich für einen Druckluftbremszylinder neben den Gasbehältern und den übrigen, unter dem Wagenkasten angeordneten Teilen ein geeigneter Platz schwer finden.

Die nachstehend beschriebene Umschaltbremse Bauart Suchanek ermöglicht die Überwindung dieser Schwierigkeiten und ist dazu geeignet, den allmählichen Übergang zur Druckluftbremse zu vermitteln.

Bei dieser Bremse wird der vorhandene Saugluftbremszylinder auch für die Druckluftbremse benützt; es wird daher weder ein neuer Druckluftzylinder, noch die Abänderung des gesamten Bremsgehänges erforderlich. Die Umschaltbremse Suchanek umfafst folgende Teile (siehe Abb. 1): Die Druckluftleitung 1 mit dem Staubfänger Z, den Kupplungshähnen H, den Schlauchkupplungen K mit zugehörigen Leerkupplungen, ein schnellwirkendes Steuerventil S nebst kleinem Hilfsluftbehälter L und dem Auslöserventil A, alle Teile in gleicher Ausführung wie bei der Druckluft-Schnellbremse, und ferner noch als besonderen Bestandteil ein Höchstdruckventil M und einen Umschalthahn U.

Abb. 1. Anordnung der Umschaltbremse Suchanek.



Um den Saugluftbremszylinder auch für Druckluft verwenden zu können, mufs die Stopfbüchse P der Bremskolbenstange so geändert werden, dafs sie auch gegen Innendruck abdichtet. Das wird durch Anbau eines neuen Stopfbüchsendeckels erreicht (s. Abb. 2), der ein kleines Rückschlagventil R enthält. Der Raum über dem Rückschlagventil ist durch eine kleine Bohrung mit dem Raum unter dem Bremskolben verbunden. Beim Betriebe mit Saugluft hebt der äufsere Luftdruck dem Rückschlagventil R an und schliefst damit

gleichzeitig die kleine Bohrung nach dem Zylinder ab, gelangt dann durch kleine Bohrungen hinter den Gummidichtungsring O und prefst denselben gegen die Kolbenstange. Wird aber der Bremszylinder mit Druckluft gefüllt, so gelangt der innere Überdruck durch die kleine Bohrung im Zylinderdeckel in den Raum über dem Rückschlagventil und durch Bohrungen hinter den Stopfbüchsenring und prefst denselben ebenfalls gegen die Kolbenstange.

Das Höchstdruckventil M ist in die Druckleitung zwischen Steuerventil und Bremszylinder eingeschaltet und soll verhindern, dafs die Spannung der aus dem Hifsluftbehälter zum Saugluftzylinder überströmenden Druckluft den Druck von 0,6 at übersteigt. Dieser Druck entspricht dem üblichen Betriebsdruck der Saugluftbremse bei einem Unterdruck von 52 cm Quecksilbersäule. Die auf das Bremsgestänge wirkende Kolbenkraft ist demnach beim Betriebe der Bremse mit Saug- oder Druckluft gleich hoch. Die Abstufung der Bremskraft bewirkt das Steuerventil der Druckluftbremse in der bekannten Weise.

Abb. 2. Stopfbüchse.

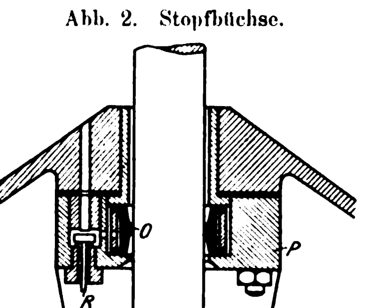
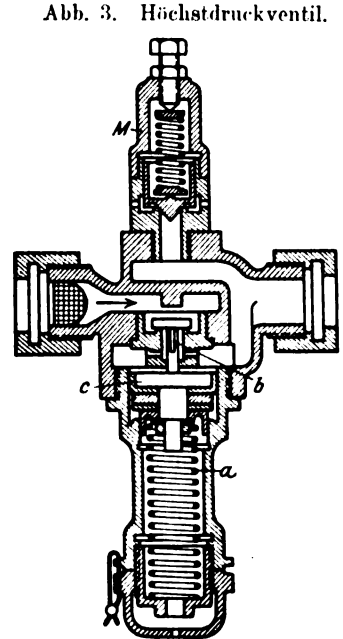


Abb. 3. Höchstdruckventil.



Um bei allen Wagen eines Zuges die gleiche Bremskraft bei jeder Bremsstufe zu erhalten, gleichviel ob die Bremse mit Saug- oder Druckluft betrieben wird, mufs die Gröfse des Hilfsluftbehälters im richtigen Verhältnis zum Durchmesser und Hub des Saugluftzylinders stehen. Dann tritt auch die Vollbremsung in der gleichen Zeit ein, so dafs eine durchaus gleichmäfsige Bremswirkung bei allen Wagen im Zuge vorhanden ist.

Der Umschalthahn U ermöglicht durch Umstellen schnell von der Saugluft- zur Druckluftbremse überzugehen.

In der Hahnstellung I (»Saugluftbremse« Hahngriff senkrecht) ist die Saugluftbremse eingeschaltet. Ihre Hauptleitung steht in unmittelbarer Verbindung mit der Unterkammer des Bremszylinders. Die Oberkammer des Bremszylinders bleibt abgeschlossen und die vom Höchstdruckventil kommende Druckleitung ist mit der freien Luft verbunden.

In der Hahnstellung II (»Druckluftbremse« Hahngriff unter 45° nach rechts) ist die Druckluftbremse eingeschaltet. Die Verbindung zwischen der Saugluftleitung und der Bremszylinderunterkammer ist aufgehoben und diese Kammer mit der vom Höchstdruckventil kommenden Druckluftleitung verbunden. Die Oberkammer des Bremszylinders steht mit der Aufsenluft in Verbindung.

In der Stellung III (»Leitung« Hahngriff unter 45° nach links) sind alle Durchgänge des Umschalthahnes abgeschlossen, sodafs beide Bremsarten ausgeschaltet sind. Der Wagen läuft als Leitungswagen.

Die Bauart des Höchstdruckventils zeigt Abb. 3 in gröfserem Mafsstabe. Die Stellfeder a hält das kleine Ventil b bei niedrigem Bremsdruck dauernd offen, sodafs die Druckluft ungehindert vom Hilfsluftbehälter zum Bremszylinder strömen kann. Sobald aber im Bremszylinder eine Spannung von 0,6 at erreicht ist, überwindet dieser gleichzeitig auf den Kolben c über der Stellfeder wirkende Druck die Spannung der Feder, schliefst das Ventil b und schneidet damit jede weitere Zufuhr von Druckluft zum Bremszylinder ab.

Die eingestellte Spannung der Stellfeder ist durch ein Bleisiegel gegen unbefugte Veränderung gesichert. Um bei etwaiger Undichtheit des Höchstdruckventils das Überschreiten der Höchstspannung von 0,6 at sicher zu verhindern, ist im oberen Teile desselben noch ein Sicherheitsventil angeordnet, welches sich schon bei geringem Überdruck öffnet.

Beim Lösen der Bremse entlüftet das Steuerventil die Leitung zum Bremszylinder, das Höchstdruckventil öffnet sich sofort und läfst die Druckluft aus dem Bremszylinder über das Höchstdruck- und das Steuerventil ins Freie entströmen.

Die Teile der Suchanekbremse sind verhältnismäfsig klein und an eine bestimmte Lage nicht gebunden, sodafs sie auch bei beschränkten Raumverhältnissen leicht und ohne grofse Kosten untergebracht werden können. Nach dem Abbau der Saugluftbremse lassen sich zudem die meisten Teile für die Einrichtung einer gewöhnlichen Druckluftbremse wieder verwenden, sodafs die für den Anbau der Suchanekbremse aufgewendeten Mittel beim Übergang zur Druckluftbremse nicht verloren gehen.

Die mit dieser Bremse ausgerüsteten Wagen sind genau so zu verwenden, als wenn sie mit vollständigen getrennten Einrichtungen für die Saug- und Druckluftbremse versehen wären.

Die Suchanekbremse steht an einer gröfseren Zahl von Wagen seit längerer Zeit in dauerndem Betrieb und hat dabei ein anstandsloses Zusammenarbeiten mit anderen Druckluftbremsen, eine leichte Handhabung sowie grofse Betriebssicherheit bewiesen. Sie wird von der Knorrbremse Aktiengesellschaft Berlin Lichtenberg geliefert.

Die erste festländische Eisenbahn. Budweis—Linz 1824.

Ein Beitrag zur Geschichte der Linienführung.

Von Sektionschef v. Enderes.

Am 7. September 1924 veranstaltete die österreichische Regierung in der Akademie der Wissenschaften in Wien eine Gedenkfeier zur Erinnerung an die Begründung der ersten österreichischen Eisenbahn. Kaiser Franz I. erteilte am 7. September 1824 dem Professor Franz Anton Ritter von Gerstner die Genehmigung zum Bau einer »Holz- und Eisenbahn«, durch die Donau und Moldau miteinander verbunden werden sollten. Die Bahn wurde von der »k. k. privilegierten Ersten Österreichischen Eisenbahngesellschaft« gebaut. Sie war 128,8 km lang und hatte eine Spurweite von $3^1/_2$ Wiener Fufs (1,106 m). Der erste Abschnitt wurde am 7. September 1827, die ganze Strecke am 1. August 1832 dem Betrieb übergeben. Die Bahn Budweis Linz ist die erste Eisenbahn nicht nur des damaligen österreichischen Kaiserstaates und des Deutschen Bundes, sondern auch des europäischen Festlandes. Bald darauf wurde eine Verlängerung der Strecke von Linz bis Gmunden (80 km) und in Böhmen eine allerdings ziemlich verunglückte Pferdebahn Prag Lana (56 km) erbaut, so dafs Österreich fast 265 km Pferdebahnen besafs, als die ersten europäischen Lokomotivbahnen eröffnet wurden: Brüssel—Mecheln am

3. Mai 1835, Nürnberg—Fürth am 7. Dezember 1835 und die Teilstrecke Florisdorf—Wagram der Kaiser-Ferdinand-Nordbahn am 23. November 1837.

Abb. 1.

Abb. 2.

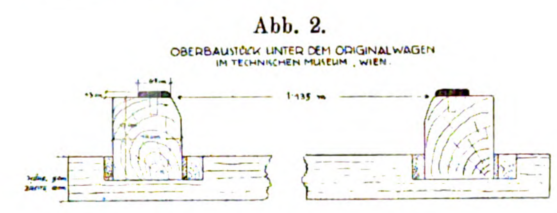
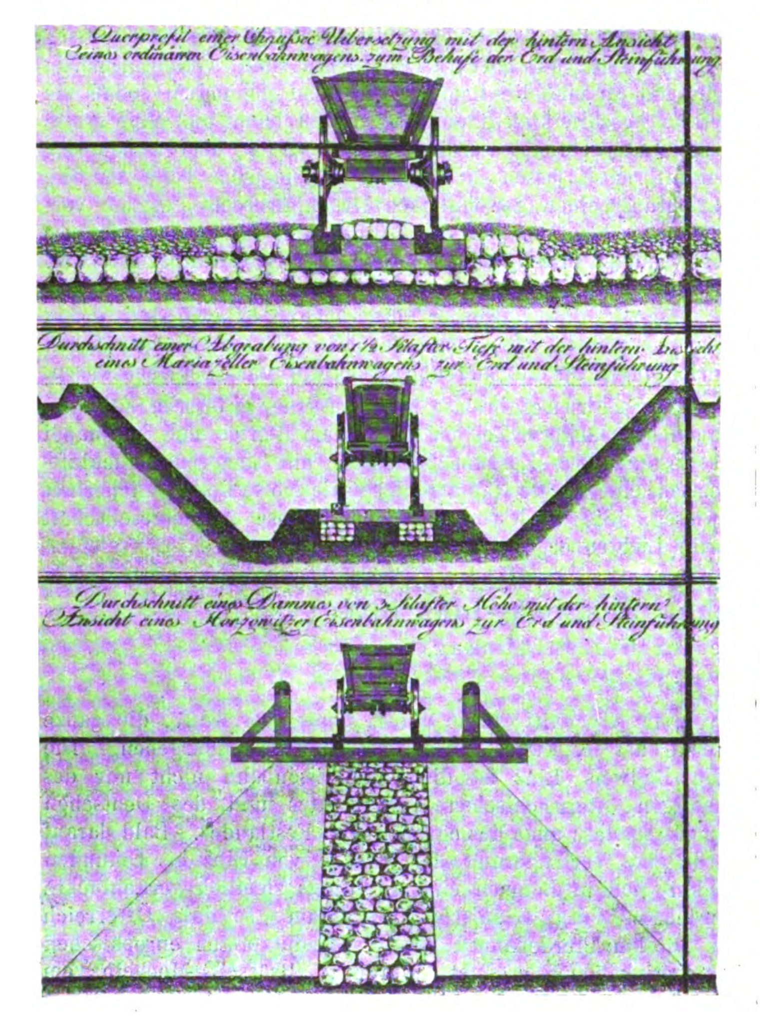


Abb. 3.



Die Bahn sollte ursprünglich die Umschlagplätze Budweis an der Moldau und Mauthausen an der Donau verbinden; später wählte man aber aus wirtschaftlichen Gründen statt Mauthausen den Endpunkt Linz. Gerstner wurde zur Verwirklichung seines Planes – der Verbindung der beiden Schifffahrtswege, die schon sein Vater im Jahre 1807 angeregt hatte und für die inzwischen auch der bayerische Obersalinenrat v. Baader eingetreten war — hauptsächlich veranlafst durch das seit Jahrhunderten bestehende dringende Bedürfnis, für die grofsen Salztransporte aus dem oberösterreichisch-steirischen Salzkammergut nach Böhmen über das hohe Randgebirge einen besseren Weg zu schaffen als die von den vielen Tausenden von Salzfuhrwerken benutzte »k. k. Chaussee«.

Der Unterbau der Bahn wurde äufserst sorgfältig ausgeführt und wies 965 Brücken, Durchlässe usw. auf. Der Oberbau bestand aus hölzernen Langschwellen, die in ihrer ganzen Länge auf Trockenmauerwerk gelagert und zur Erhaltung der Spurweite alle 2 m durch Querschwellen verbunden waren. (Abb. 1—3.) Diese Langschwellen waren mit Flachschienen benagelt, die mit Graphit geschmiert wurden. Der Betrieb erfolgte mit Pferden; Versuche mit Ochsen hatten keinen Erfolg. Übrigens sei erwähnt, dafs auch die ersten Lokomotivbahnen durchaus nicht ausschliefslich Lokomotivbetrieb aufwiesen. Die im Herbst 1838 eröffnete Berlin-Potsdamer Eisenbahn verwendete z. B. anfangs Lokomotiven nur bei Tage, »im Dunkeln« aber Pferde.

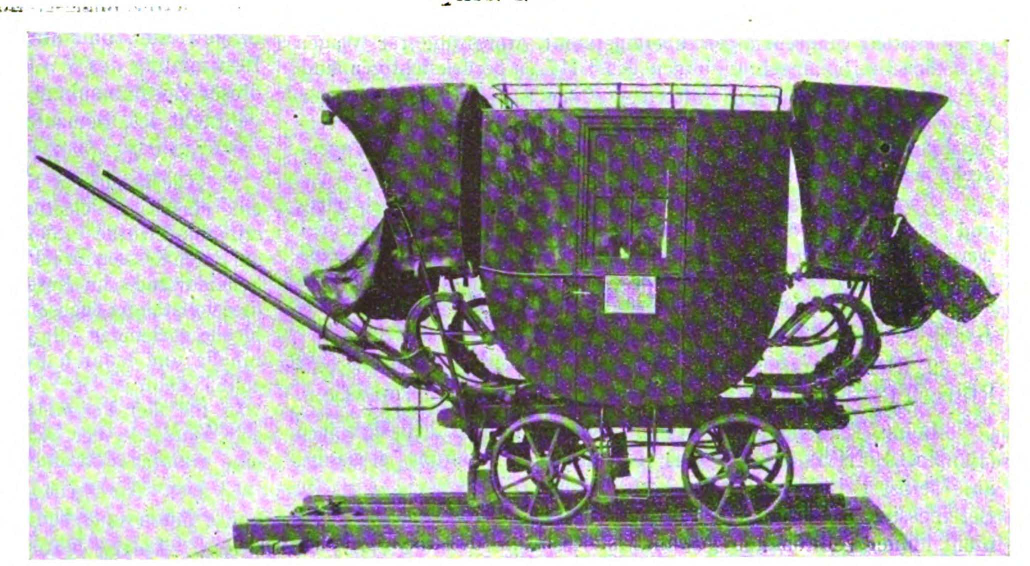
Gerstner folgte zwar im allgemeinen ganz den englischen Vorbildern, aber seine grofse technische und wirtschaftliche Begabung und seine gründliche wissenschaftliche Bildung befähigten ihn, seine Lehrmeister in wichtigen Punkten zu übertreffen. Er trat als erster der englischen Lehrmeinung entgegen, man müsse Eisenbahnen wagrecht oder nur mit sehr sanften Neigungen anlegen und gröfsere Höhenunterschiede mit schiefen Ebenen überwinden, entsprechend den Schleusen in Wasserstrafsen. Seine Ansicht, dafs er »eine Eisenbahn sowohl in den Hauptgrundsätzen ihrer Anlage, als in ihrem Zweck nur als eine sehr gute Kunststrafse betrachte und daher in keinem Falle schiefe Flächen annehmen könne«, wurde »von niemandem in England gebilligt«, und die ersten Eisenbahnen in schwierigem Gelände erhielten in allen Ländern solche Rampen, bis Ghega, einer der gröfsten österreichischen Eisenbahnbaumeister, bei der Semmeringbahn diesen Bann brach.

Gerstner hatte die Absicht, den für den Anfang in Aussicht genommenen Pferdebetrieb möglichst bald durch Lokomotivbetrieb zu ersetzen. Er schrieb später in seinem zehnten »Bericht aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika« (Leipzig, F. L. Herbig, 1839): »Die Grundsätze bei Anlage dieser Bahnstrecke waren, keine gröfsere Steigerung als 1 : 120 ($8^1/_3$ v. T.), dann keine kleineren Krümmungshalbmesser als 600 öst. Fufs (190 m) anzunehmen, ferner keine erstiegene Höhe wieder zu verlieren.« Gerstner hat beim Bau diese Grundsätze fast vollständig eingehalten. Infolge der feindseligen Haltung der Bevölkerung, des Mangels an Arbeitern, der gerade damals scharf einsetzenden starken Steigerung aller Preise und Löhne, ferner infolge der von Gerstner selbst angewendeten allzu gediegenen Bauweise, insbesondere aber infolge gewisser Verbesserungen, die der Hofbaurat Nobile für notwendig hielt und durchsetzte, wurde der Bau erheblich teurer, als Gerstner veranschlagt hatte. Dies brachte ihn Ende 1828 in Zwistig-

keiten mit der Gesellschaft, so dafs er aus ihrem Dienst schied. Sein Schüler und Mitarbeiter, der erst 22jährige Matthias Schönerer, hat dann den Bau vollendet. Dabei hat er die denkbar sparsamste Bauweise eingehalten, Steigungen bis 1 : 46 (21,7 v. T.) und Halbmesser bis zu 20, ja in Linz sogar bis zu 9 Klaftern (38 und 17 m) angewendet und bei einem natürlichen Höhenunterschied von 283 m zwischen Lest und Linz auch noch 88 m verlorenes Gefälle eingeschaltet. Gerstner schreibt darüber in dem erwähnten »zehnten Bericht«: »Es gibt wohl keine Bahn, weder in Europa noch in Amerika, wo die Grundsätze des Baues bei ihren zwei Hälften so sehr verschieden sind, und wo man so deutlich den Erfolg derselben beurteilen kann, als auf dieser Bahn.« Später aber haben die grofsen Eisenbahntechniker Österreichs, insbesondere Ghega beim Bau der Semmeringbahn, die so verschiedenen Grundsätze Gerstners und Schönerers mit einander in Einklang zu bringen gewufst. Ghega gab der Semmeringbahn lange, gleichmäfsige Steigungen wie Gerstner, aber er wählte sie sogar noch steiler als Schönerer (1 : 40 = 25 v. T.); er verwendete fast genau wie Gerstner Halbmesser von 200 m und vermied wie dieser schiefe Ebenen und verlorene Steigungen. Aber wie Schönerer schmiegte er sich mit seiner Bahn in jede Falte des Geländes.

Die Bauweise Schönerers auf der oberösterreichischen Strecke machte die Einführung des Lokomotivbetriebes auf der Budweis-Linzer Bahn unmöglich. Auf der Fortsetzungsstrecke Linz—Gmunden, welche die Gesellschaft auf Grund einer 1832 erteilten weiteren Genehmigung im Jahre 1836 eröffnete, führte sie 1854 Lokomotivbetrieb ein. 1857 ging die Bahn Budweis—Linz—Gmunden in den Besitz der neu gegründeten Kaiserin-Elisabeth-Bahn (Wien—Linz—Salzburg) über, von der die Strecke Linz—Budweis noch 15 Jahre lang mit Pferden betrieben wurde.

Abb. 4.



Im Jahre 1868 begann man den Umbau der inzwischen immer unzulänglicher gewordenen Bahn auf Regelspur und für Dampfbetrieb. Am 12. Dezember 1872 verkehrte der letzte Personenwagen der Pferdebahn zwischen Linz und Budweis. Ein solcher Wagen (Abb. 4) befindet sich heute im Technischen Museum in Wien.

Aus dem Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Bericht über die Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Mariazell, 25. bis 27. Juni 1924.

Der Technische Ausschufs des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen hielt am 25. bis 27. Juni 1924 in Mariazell in Österreich unter dem Vorsitz des Herrn Ministerialrates, Direktor von Samarjay (Kgl. Ungar. Staatseisenbahnen) seine 102. Tagung ab. Neben den Beschlüssen, die vornehmlich die Technischen Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebeneisenbahnen weiter fortbilden werden, erhielt die Tagung für alle Teilnehmer dadurch einen erhöhten Wert, dafs drei eisenbahntechnische Vorträge mit Lichtbildern von allgemeinem Interesse gehalten wurden. Herr Sektionschef a. D. Dittes, Direktor der Elektrisierungsdirektion der österreichischen Bundesbahnen, sprach über »die elektrische Zugförderung in Österreich«, Herr Ministerialrat a. D. Staby von der Deutschen Reichsbahn, Gruppe Bayern, über »die Entwicklung der Güterzugbremse« und Herr Regierungsbaurat Wagner vom Eisenbahn-Zentralamt in Berlin über »Abdampftriebtender bei Dampflokomotiven«*).

Aus den einzelnen Beratungsgegenständen sei folgendes hervorgehoben:

1. Ein Antrag auf Überprüfung des § 81 der TV wegen Anbringung von Signalstützen führte dahin, dafs empfohlen wurde, feste Signalstützen an beiden Wagenenden anzubringen und auch die Wagen ohne Handbremse mit diesen festen Stützen auszurüsten. Von einer bindenden Bestimmung hierfür wurde abgesehen. Für die Umgrenzung der Signallaternen wurde eine neue Zeichnung aufgestellt, die als Blatt Xb in die TV Aufnahme finden soll. Der § 81 der TV soll nunmehr folgende Vorschriften erhalten:

Signalstützen, Signallaternen und Signalscheiben. Blatt Xb.

1. **Die Lokomotiven, Tender und mit Handbremse ausgerüsteten Personen-, Post-, Gepäck- und gedeckten Güterwagen sind mit festen Stützen zur Anbringung der in § 146, Absatz 1 und 5 angegebenen Signale zu versehen. Bei Neubauten sind solche Stützen auch an allen dafür geeigneten offenen Güterwagen mit Handbremse anzubringen.**

2. Es wird empfohlen, diese festen Signalstützen an beiden Wagenenden anzubringen und auch die Wagen ohne Handbremse mit diesen festen Stützen auszurüsten.

3. **Die Hülsen der seitlichen Signalstützen an den Wagen haben die Form einer abgestumpften Pyramide mit quadratischem Querschnitte von 46 mm oberer und 35 mm unterer lichter Seitenlänge bei 76 mm Höhe zu erhalten. Die Seiten der Hülsen sind unter 45° zur Wagenachse zu stellen.**

4. **Die Seitenflächen der Signallaternen sind gleichlaufend zur Wagenlängsachse zu stellen. Die Abmessungen der Laternen müssen sich innerhalb der auf Blatt Xb festgelegten Grenzen bewegen.** Es wird empfohlen, die Abmessungen der seitlichen

*) Der Inhalt des Vortrags des Herrn Regierungsbaurat Wagner ist als Aufsatz in Heft 7 des Organs, Seite 141 erschienen; ebenso ist über die elektrische Zugförderung in Österreich ein Bericht des Herrn Direktor Dittes in Heft 9/10 des Organs, Seite 211 enthalten.

Signalscheiben so zu wählen, dafs die für die Laternen vorgeschriebenen Höhen- und Breitenmafse nicht überschritten werden.

5. Die Signalstützen sind an den Fahrzeugen derart zu befestigen, dafs Signallaternen und Signalscheiben mit den auf Blatt X b angegebenen Höchstmafsen aufgesteckt werden können und dabei innerhalb einer Umgrenzung bleiben, die bei Wagen in der Höhe über Schienenoberkante von 1300 bis 3400 mm, bei Lokomotiven und Tendern von 1300 bis 3200 mm eine um 100 mm gröfsere Gesamtbreite hat, als die nach § 116 und 86 zulässigen Umgrenzungen, sonst jedoch mit den auf Blatt XIV und XV in ——— Linien gezeichneten Umgrenzungen übereinstimmt, wobei die für Wagen geltenden Breiteneinschränkungen des § 117 zu berücksichtigen sind.

6. Der Abstand der Mittelachse der Signalstützen von der Wagenmitte mufs bei Laternen, die über die Wagenseite hervorragen, mindestens 1400 mm und bei solchen, die über die Wagendecke hervorragen, mindestens 800 mm betragen.

7. Die Signalstützen der Wagen müssen durch Aufsteigtritte und Handgriffe am gleichen Wagenende zugänglich gemacht werden, sofern die Signalmittel nicht vom Erdboden aus ohne besonderes Hilfsgerät aufgesteckt werden können. Dieser Bestimmung mufs bei den vorhandenen Wagen spätestens bis 1. Januar 1930 entsprochen werden.

2. Der Antrag auf Prüfung des im § 134a der TV enthaltenen Bestimmungen über den Bau von Kessel- und Topfwagen.

Beim Transport von leicht entzündlichen Flüssigkeiten (Benzin, Spiritus, Petroleum) ist die Wahrnehmung gemacht, dafs selbst bei einwandfreier Unterhaltung der Kesselwagen die Betriebssicherheit, namentlich die Sicherheit gegen Feuersgefahr, nicht immer vollkommen gewahrt ist. Obwohl die überwiegende Mehrzahl der zum Transport der leicht entzündlichen Flüssigkeiten dienenden älteren und neueren Kesselwagen den bisherigen Bauvorschriften im allgemeinen entspricht und die Bauformen der angewendeten Verschlüsse der zur Füllung und Entleerung dienenden Öffnungen das vollständige und dichte Verschliefsen dieser Öffnungen ermöglichen, sind öfters Brände dadurch entstanden, dafs von den an den Wagen gewöhnlich angebrachten zwei hintereinander befindlichen Abschlufsvorrichtungen die eine nicht verschlossen wurde und infolge späteren Undichtwerdens der zweiten Vorrichtung das Hinaussickern des Inhaltes stattgefunden hat. Das Hinaussickern bildet aber an und für sich eine Gefahr, da sich die herausgeronnene Flüssigkeit schon durch die bei der Untersuchung der Wagen gebrauchten Lampen leicht entzündet und enstandene Brände bei langen, aus Kesselwagen zusammengesetzten Zügen und Zugteilen schwer zu löschen sind. Um daher in der Zukunft den durch solche Brände verursachten Material- und Menschenschaden zu vermindern, ist der vorstehende Antrag gestellt worden. Nach eingehenden Beratungen ist der gesamte Stoff für die Vorschriften für Kessel- und Topfwagen neu gegliedert und wesentlich ergänzt worden.

Die geplante und den Ausgangspunkt der Frage bildende schärfere Vorschrift für den Verschlufs solcher Wagen, die zur Beförderung leicht entzündlicher Flüssigkeiten dienen, wurde in einer Bestimmung zum Ausdruck gebracht, wonach bei allen solchen Wagen entweder Kessel ohne Abflufsöffnungen zu verwenden sind (Entleeren mit Saugpumpe), oder wenn Abflufsöffnungen nicht vermieden werden können, sie zwei von einander unabhängige Abschlufsvorrichtungen haben müssen, von denen eine am Boden des Kessels liegen mufs (Bodenventil). Gegen den Antrag, dafs die zwei von einander unabhängigen Verschlüsse — selbst wenn einer derselben sich im Innern des Kessels befindet — so beschaffen sein müssen, dafs das Offensein der Vorrichtung aufserhalb des Wagens leicht ersichtlich ist, wurde eingewendet, dafs die bisher bekannten derartigen Vorrichtungen noch nicht eine sichere Gewähr bieten, dafs ein Durchsickern der Flüssigkeit (z. B. bei ganz zugeschraubtem Ventil, wenn ein Sandkörnchen darunter gerät), ganz ausgeschlossen wäre. Eine solche Konstruktion könne daher zur Zeit noch nicht vorgeschrieben werden. In Anerkennung der Notwendigkeit aber, dafs eine einwandfreie Behandlung der Verschlüsse, insbesondere des inneren Verschlusses, der von aufsen nicht leicht zu kontrollieren ist, auch wirklich durchgeführt werde, wurde es für notwendig erachtet, dafs im VWUe Betriebsvorschriften aufgenommen werden sollen, wonach der Verfrachter den Nachweis zu erbringen hat, dafs die Verschlüsse des zur Absendung fertigen, beladenen Wagens dicht sind. Bei der Besprechung des Punktes über Anwendung von Schwallblechen wurde darauf hingewiesen, dafs diese bindende Vorschrift mit einer wichtigen Bestimmung des VWUe (§ 17, 4d, Neue Ausg.) zusammenhänge. dieser Zusammenhang aber weder hier noch dort zum Ausdruck gebracht ist, demzufolge Mifsverständnisse vorkämen.

Im VWUe wird nämlich verlangt:

„Die beladenen Kesselwagen müssen so weit gefüllt sein, dafs eine einseitige Belastung . . . . vermieden wird." Diese Bestimmung wurde in der Praxis in manchen Fällen so ausgelegt, dafs als Folge dessen, zwecks Vermeidung der Nichtvollfüllung des Kessels. Scheidewände im Kessel eingebaut wurden und dieser dadurch in drei vollständig abgesonderte Abteile geteilt wurde. Sind aber Schwallbleche vorhanden, die ja eben die plötzliche Verschiebung des Kesselinhalts und dadurch die einseitige Belastung des Wagens verhindern sollen, dann ist ein Vollfüllen des Kessels nicht unbedingt notwendig, was für den Versender unter Umständen von grofser Wichtigkeit sein kann. In der neuen Fassung dieses Punktes wurde demzufolge eine erklärende Ergänzung aufgenommen."

Den Vorschriften wurde eine diesen grundlegenden Umänderungen entsprechende neue Fassung gegeben.

3. Antrag auf Umarbeitung des Radstandsverzeichnisses.

Das bisherige Radstandsverzeichnis — jetzt Achsdruckverzeichnis genannt — ist auf eine völlig neue Grundlage gestellt. Es enthält nicht mehr alle Strecken, sondern nur diejenigen Strecken, bei denen Ausnahmen bestehen. Im alten Radstandsverzeichnis waren zur Ermittlung des Leitungsweges bei den einzelnen Strecken Zahlen als Hinweis auf die in Betracht kommenden Anschlufsstrecken angegeben. Dieses System war so verwickelt und wenig übersichtlich, dafs sich wohl selten jemand die Mühe genommen hat, den Lauf eines Wagens aus dem Radstandsverzeichnis zusammenzusuchen. Aus diesem Grunde wurde bei dem neuen Achsdruckverzeichnis der Gedanke, hierin »Leitungsvorschriften« zu bringen, ganz aufgegeben.

In Zukunft soll grundsätzlich nicht mehr vom Raddruck, sondern vom Achsdruck gesprochen werden, weil dies für die Bediensteten bei der Berechnung der zulässigen Werte einfacher ist. (Das Gewicht der Wagen ist hierbei mit kleineren Zahlen zu teilen als bei Berechnung des Raddrucks.) Beim »Raddruck« sind aufserdem Irrtümer nicht ausgeschlossen, namentlich weil jetzt mit Raddrücken von $20/2 = 10$ t und $25/2 = 12\,^1/_2$ t gerechnet werden mufs, während bei alten Lokomotiven mit Achsdrücken in solcher Höhe zu rechnen ist.

Sinngemäfs soll statt vom Radstand in Zukunft vom Achsstand gesprochen werden.

Neu ist der Begriff »Metergewicht« der Wagen, anstelle von »Gewicht auf ein Meter Länge«. In Zukunft soll nicht mehr vom »Lademafs« und »Wagen-Querschnittsmafs« wie im alten Radstandsverzeichnis gesprochen werden, sondern nur noch vom Lademafs als diejenige Umgrenzungslinie, die kein Teil des Wagens und der Ladung bei Mittelstellung im geraden Gleis überragen darf. Das Lademafs ist zugleich das gröfste Wagen-Querschnittsmafs. (Die Angaben des seitherigen Raddruckverzeichnisses sind irreführend, weil die Querschnittsmafse der Wagen mit Rücksicht auf die erforderlichen Spielräume in der Regel kleiner sind als die gezeichneten Umgrenzungslinien.)

Im neuen Verzeichnis werden diese Bezeichnungen genau erläutert; sie sollen allmählich in die übrigen Dienstvorschriften übernommen werden.

Da angestrebt werden soll, dafs wenigstens der 20 t Kohlenwagen mit Kunze-Knorrbremse, der bei einem Eigengewicht von rund 11 t und einer Tragfähigkeit von 21 t ein Gesamtgewicht von 32 t, also einen gröfsten Achsdruck von 16 t hat, tunlichst freizügig verkehren kann, werden im neuen »Achsdruckverzeichnis« nur diejenigen Strecken aufgeführt werden, für die bei den Wagen nur ein kleinerer Achsdruck als 16 t zugelassen werden kann.

Das Metergewicht der zur Zeit im Betrieb befindlichen Wagen beträgt, abgesehen von Grofsgüterwagen, in der Regel nicht mehr als 3,6 t. In Zukunft soll an den Wagen das gröfste Metergewicht nur dann angeschrieben werden, wenn es gröfser als 3,6 t ist. Bezüglich der Zulassung der Wagen mit Rücksicht auf den Achsstand ist festgestellt worden, dafs Wagen mit einem gröfseren Abstand der steifen Achsen als 4,5 m nur noch in verhältnismäfsig geringer Zahl vorhanden sind. Es ist also von geringem Interesse zu wissen, dafs der gröfste zulässige feste Achsstand für eine bestimmte Strecke, wie dies im seitherigen Radstandsverzeichnis mehrfach angegeben ist, z. B. 7,2 m beträgt, da ja Wagen mit solchen festen Achsständen kaum mehr vorkommen. Es ist deshalb entschieden worden, dafs nur noch solche Strecken aufgeführt werden sollen, auf denen nur Wagen mit steifen Achsen von weniger als 4,5 m Achsstand, sowie Wagen mit Lenkachsen von weniger als 9 m Achsstand verkehren dürfen.

Im ganzen Vereinsgebiet kommt nur an ganz vereinzelten Strecken ein anderes Lademafs als das Lademafs I in Betracht, demnach sollen im neuen »Achsdruckverzeichnis« nur noch diejenigen Strecken aufgeführt werden, bei denen nicht das Lademafs I gilt.

Die im Achsdruckverzeichnis enthaltenen Eisenbahnverwaltungen sind in der Buchstabenfolge zusammengestellt und mit einer Nummer versehen. Aufserdem erhält jede Strecke eine bestimmte Nummer, bestehend aus 2 durch einen Punkt getrennte Zahlen. Die vordere (2 bis 3 stellige) Zahl bezeichnet die Verwaltung (z. B. 16 = Reichsbahndirektion Königsberg). Die hintere, dem Punkt folgende Zahl gibt die Streckennummer innerhalb der einzelnen Verwaltungen an, wobei bei jeder Verwaltung Hauptbahnen mit 001, Neben- und Lokalbahnen mit 601, Schmalspurbahnen mit 901 beginnen.

Ein zweiter Abschnitt regelt den Verkehr von Wagen und Ladungen nach vereinsfremden Bahnen.

Nach dem vom Technischen Ausschufs aufgestellten Muster wird nunmehr die Geschäftsführende Verwaltung das Weitere wegen Herausgabe des neuen Achsdruckverzeichnisses veranlassen. Wenn möglich, sollen die Arbeiten so beschleunigt werden, dafs das Verzeichnis noch im Laufe dieses Jahres neu erscheint.

4. Antrag auf Prüfung des § 137 der T V über den Verschlufs der Personenwagen.

Die Bestimmungen über den Verschlufs der Personenwagen haben folgenden neuen Wortlaut erhalten:

1 **Die Einsteigetüren an den Langseiten der Personenwagen müssen mindestens zwei Verschlüsse haben, die von den Reisenden betätigt werden können. Von den beiden Verschlüssen mufs einer ein Vorreiber oder Einreiber sein. Bei neuen Wagen mit nach aufsen aufschlagenden Türen sind beide Verschlüsse durch einen Handgriff zu betätigen, der wagerecht oder schräg nach oben gerichtet sein mufs, wenn die Tür durch den Vorreiber oder Einreiber verschlossen ist. Bei vorhandenen Wagen und bei neuen Wagen mit nach innen aufschlagenden Türen mufs, falls die Verschlüsse getrennt betätigt werden, bei geschlossenem Vorreiber oder Einreiber die Stellung dieses Vor- oder Einreibers aufen entweder durch die wagerechte Lage einer Klinke oder eines Zeigers gekennzeichnet sein. An der Innenseite der Tür ist die Stellung des Vor- oder Einreibers durch die Anschriften „zu" und „offen" anzugeben. Alle den Reisenden zugänglichen Verschlüsse müssen bei neuen Wagen von innen getätigt werden können. Werden zwei Verschlüsse im Innern durch einen Handgriff bedient, der zum Öffnen nach unten bewegt wird, so ist über dem Handgriff ein Schutzbügel anzubringen, um ein unbeabsichtigtes Öffnen der Tür zu verhindern.**

2 **Alle äufseren Handgriffe der Türverschlüsse, die nicht von innen gehandhabt werden können, müssen so angeordnet werden, dafs sie auch vom Innern des Wagens aus bei offenem Fenster mit der Hand erfafst werden können.**

5. Antrag auf Ergänzung der T V hinsichtlich der lichten Weite der Hauptbremsleitung an Fahrzeugen.

Die Arbeiten des Deutschen Bremsausschusses hatten dazu geführt, dafs für die lichte Weite der Bremsschläuche und der Hauptluftleitung der Fahrzeuge der Deutschen Reichsbahn, also für Fahrzeuge mit Druckluftbremse, das Mafs von 26 mm festgelegt wurde. Da die Technischen Vereinbarungen keinerlei Vorschriften über die lichte Weite dieser Teile enthalten, war der deutsche Bremsausschufs der Auffassung, es sollten diese Vorschriften ergänzt werden, hatte sich dabei aber auf die Ergänzung der Bestimmungen über die lichte Weite der Hauptleitungen beschränkt.

Der Technische Ausschufs des Vereins beschlofs, folgende Ergänzung im § 83 der T V aufzunehmen:

„**Die Hauptleitungen der Luftdruckbremsen müssen bei Neubauten oder gröfseren Umbauten aus nahtlosen Röhren von 26 mm lichter Weite hergestellt werden.** Dieselbe lichte Weite wird auch für die Bremsschläuche empfohlen. **Ferner mufs der lichte Querschnitt der Absperrhähne, Kupplungsköpfe und Anschlufsstücke mindestens einer Kreisfläche von 26 mm Durchmesser entsprechen. Bei Neubauten oder gröfseren Umbauten mufs für den Schlauchanschlufs Whitworth-Rohrgewinde von 11 Gang auf 1" mit einem Gewindedurchmesser von 33,25 mm in den Spitzen angewendet werden.**"

6. Antrag auf Änderung des Systems der Sitzplatznumerierung in D-Zugwagen.

Für die Sitzplatznumerierung sind die Beschlüsse der Europäischen Wagenbeistellungskonferenz in Strafsburg am 9. bis 10. März 1898 und in Rom am 4. bis 7. März 1908 auch weiterhin als grundlegend anerkannt worden. Sie lauten:

„Damit die Reisenden den ihnen bei der Vorausbestellung zugesicherten Platz in den D-Zügen stets an ein und derselben Stelle am Fenster, am Seitengang und der Mitte, rechts oder links vom Seitengang vorfinden, auch wenn aus irgend einer Veranlassung der ursprüngliche für den betreffenden Zug vorgesehene Wagen gegen einen anderen ausgewechselt werden mufste, ist die Platznumerierung der in den deutschen D-Zügen verwendeten Wagen einheitlich ausgeführt. In Wagen mit Abteilen verschiedener Klassen ($AB^{4ü}$, $ABC^{4ü}$, $BC^{4ü}$) beginnt die Numerierung der 1. Klasse mit 1, der 2. Klasse mit 21 und der 3. Klasse mit 49, in den Wagen mit nur einer Klasse ($B^{4ü}$, $C^{4ü}$) stets mit 1."

Für die zusätzlichen dritten Plätze in der 1. Klasse oder vierten Plätze in der 2. Klasse wird die Art der Numerierung jeder Verwaltung selbst überlassen, jedoch mit der Mafsgabe, dafs die hierfür verwendeten Nummern stets innerhalb der Nummernreihe des betreffenden Wagens und der betreffenden Klasse selbst liegen.

7. Rückgewinnung von Schmier-, Putz- und Brennstoffen aus Rückständen.

Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

8. Abänderung des § 75 der T V über Zughaken.

Gemäfs dem Antrag wurde beschlossen, im § 75 der T V die Worte:

„Auch Ersatzhaken für unverstärkte Zugvorrichtungen sind vom 1. Januar 1925 ab nach diesem Blatt herzustellen; es wird empfohlen, Ersatzhaken auch vor dieser Frist nach Blatt VII anzufertigen"

zu streichen, weil auch bei Beseitigung dieser Bestimmung es den einzelnen Verwaltungen unbenommen bleibt, bei Wagen, für die sich der Einbau der verstärkten Zugvorrichtungen nicht mehr lohnt, bei Ersatz anschweifsbare Zughaken ver-

stärkter Form zu verwenden, was unter Umständen erwünscht sein kann, um die Zughaken im gleichen Gesenk schlagen zu können.

9. Antrag auf Änderung der Seilösen für das Verschieben von Güterwagen (§ 80 und Blatt X a der T V).

Die Technischen Vereinbarungen schreiben im § 80, I. Nachtrag, für die auf Blatt X a dargestellte Form der Seilösen bindende Mafse vor. Infolge der verschiedenen Abmessungen der Kopfstücke sind für den gleichen Zweck verschiedene Formen erforderlich. Um eine Vereinheitlichung zu erzielen, ist beantragt worden, an Stelle der Seilösen für Güterwagen (T V § 80 I. Nachtrag und Blatt X a) solche ohne Klauen aufzunehmen, so dafs dann für die verschiedenen Flanschenbreiten nur eine Ausführungsform für die Seilöse erforderlich ist. Der Antrag ist angenommen. Die seither bindenden Mafse auf Blatt X a bleiben bestehen mit Ausnahme des Mafses von 13 mm für die Klauenstärke, das wegfällt, und der Grundplattenstärke, die mit Rücksicht auf genügende Festigkeit mit 15 mm statt 13 mm bindend vorgeschrieben wurde.

10. Antrag auf Aufnahme von Bestimmungen in das VWUe. für das Verladen gefüllter Fässer.

Der Antrag wurde zurückgezogen, weil es nach den bisherigen Besprechungen kaum möglich erscheint, die Frage wegen der verschiedenen Fafsarten, der verschiedenen Ladegüter und der verschiedenen Ansichten der Gutachter einheitlich zu regeln.

11. Einarbeitung mathematischer und technischer Zeichen in die Meldebogen für die Güteprobensammlung.

Um in Übereinstimmung mit den von der deutschen Industrie im Dinormblatt 1350 bekanntgegebenen Zeichen zu kommen, ist beschlossen worden, diese in die beiden »Meldebögen« für die Zusammenstellung der Versuche mit Baustoffen für Schienen, Achsen, Radreifen, Radsterne und Radscheiben, Rahmenbleche, Feuerbüchsbleche, Stehbolzen, Federstahl, Schraubenkupplungen und Zugstangen, sowie in die »Allgemeinen Grundsätze über Untersuchungen von Neu- und Altstoffen« aufzunehmen.

12. Antrag auf Ergänzung des VWUe. für das Verladen von Holz mit regelmäfsigen Lagerflächen.

Die Ziffer 12 des § 9 unter B 1 der Anlage II des neuen VWUe. — Ausgabe 1924 — regelt die Verladung von Holz mit regelmäfsigen Lagerflächen auf Wagen mit Rungen oder Gabelstützen und weist darauf hin, dafs die Verladung oberhalb der Borde nach den Bestimmungen der Ziffer 3 bis 5 des § 9 zu erfolgen hat. Es fehlt dieser Bestimmung aber ein Hinweis darauf, dafs der die Bordhöhe überragende Teil der Ladung keinesfalls auf den Stirnborden auflagern darf.

Über die Unzulässigkeit dieser Auflagerung besteht kein Zweifel. Um jedoch jedes Mifsverständnis auszuschliefsen, ist § 9 Ziffer 12 der Anlage II des VWUe. wie folgt gefafst:

„Wagen mit Seitenborden und Rungen oder Gabelstützen sind oberhalb der Borde nach den Bestimmungen der Ziffer 3 bis 5 und Schlufssatz der Ziffer 11 zu beladen (Abb. 17).“

13. Antrag auf Änderung der Höchstgrenze des Übersetzungsverhältnisses der Handbremsen in § 131 Abs. 7 der T V.

Der Antrag geht dahin, dafs das Übersetzungsverhältnis in keinem Falle 1 : 2000 überschreiten dürfe. Die Angelegenheit befindet sich noch in der Vorberatung des Fachausschusses.

14. Antrag auf Ergänzung des § 16 Ziffer 2 des VWUe., betreffend Behandlung der heifsgelaufenen Wagen.

Der Ausschufs gab sein Gutachten dahin ab, das VWUe. wie folgt zu ergänzen:

„Heifsläufer sind, sofern die Lagerschale unbeschädigt blieb, von der Verwaltung, in deren Bezirk der Heifsläufer entstanden ist, wieder herzustellen. Für beschädigte Lagerschalen ist Ersatz mit Eingufs von der Heimatverwaltung anzufordern.“

Der mit vorstehendem Verfahren verbundene Nachteil wäre nur der, dafs der neue Weifsmetalleingufs in seiner Legierung nicht immer derjenigen der Heimatverwaltung entspricht und dann nicht ohne weiteres wieder verwendet werden kann. Da aber das alte aus der Lagerschale zurückgewonnene Lagermetall ohnedies für die Anfertigung neuer Lagermetallegierungen nicht unmittelbar verwendet, sondern zu diesem Zweck erst einer gründlichen metallurgischen Aufbereitung unterzogen wird, so ist der vorgenannte Nachteil unbedenklich, so dafs auch von einer etwa in Betracht zu ziehenden besonderen Kennzeichnung des Weifsmetalleingusses über die Art seiner Zusammensetzung abgesehen werden kann.

15. Antrag auf Prüfung der Frage der zweckmäfsigen und wirtschaftlichen Ausgestaltung des Oberbaues auf Holzquerschwellen.

Der mit der Vorberatung dieses Antrages betraute Fachausschufs hatte einen ausführlichen Fragebogen (insgesamt 47 Fragen) aufgestellt und aus den eingegangenen Beantwortungen Schlufsfolgerungen für die Weiterentwicklung des Oberbaues auf Holzquerschwellen zu ziehen gesucht. Der Technische Ausschufs hat diesen Schlufsfolgerungen zugestimmt. Von einer Wiedergabe dieser mufs hier jedoch aus Raumersparnisgründen abgesehen werden*).

16. Antrag auf Anbringung von Bremsfunkenschutzblechen an Wagen.

Der Ausschufs empfiehlt von der Anbringung solcher Bleche abzusehen. Er wird jedoch die Frage der Zweckmäfsigkeit des Baustoffes für Bremsklötze weiter verfolgen, um so wenigstens die Gewähr zu haben, dafs durch die Wahl des geeigneten Baustoffes die Gefahr der Funkenbildung auf das geringste Mafs herabgemindert wird.

17. Antrag auf Einschaltung einer bindenden Bestimmung in die T V und das VPUe. über die Anbringung von Luft- und Dampfdruckmessern im Dienstabteil der Personenzug-Gepäckwagen.

Der Antrag ist in Vorberatung des Fachausschusses.

18. Ergänzung der Fachausschüsse.

Infolge Ausscheidens einer Reihe von Mitgliedern mufste der Beirat für die Schriftleitung des »Organs« neu gewählt werden. Die Namen der nunmehrigen Mitglieder sind bereits im Heft 7, S. 152, bekanntgegeben worden.

19. Angelegenheiten des Vereinsorgans.

Einige auf Ausgestaltung des Organs hinzielende Angelegenheiten sind zur Sprache gebracht worden, sie werden jedoch zunächst noch im Fachblattausschufs näher erörtert werden.

20. Ort und Zeit der nächsten Sitzung.

Auf Einladung der Generaldirektion der niederländischen Eisenbahnen wird die nächste Sitzung des Technischen Ausschusses im Mai nächsten Jahres in Utrecht stattfinden.

*) Eine ausführliche Besprechung an anderer Stelle bleibt vorbehalten. Die Schriftleitung.

Betrachtungen über die Ausführungen Strahls in seinem Buche „Der Einflufs der Steuerung auf Leistung, Dampf- und Kohlenverbrauch der Heifsdampflokomotiven“.

Von Oberregierungsbaurat Dr. Ing. **Velte**, Elberfeld.

Das unter dem vorstehenden Titel vor einiger Zeit erschienene Werk wurde von der Fachwelt ebenso wie alle früheren Veröffentlichungen des rühmlichst bekannten Verfassers mit ganz besonderem Interesse aufgenommen. Und dies mit vollem Rechte, da Strahl auch bei diesem Werke wieder von neuem gezeigt hat, dafs er den schwierigen Stoff meisterhaft beherrscht und darzustellen weifs. Um jedoch zu verhüten, dafs gewisse von Strahl etwas stark verallgemeinerte Schlufs-

*) Wir haben in Heft 17, S. 387, eine Besprechung des Strahlschen Buches vom Standpunkt des Lokomotivkonstrukteurs aus gebracht. Wir glauben jedoch auch die in obigem Aufsatz niedergelegten Ausführungen eines Betriebsfachmannes wiedergeben zu sollen.



folgerungen von einem nicht ganz Kundigen etwa falsch aufgefafst und benutzt werden könnten, möchte ich in folgendem zu einzelnen Hauptausführungen Strahls noch einige Betrachtungen anstellen.

Dabei will ich so vorgehen, dafs ich zunächst den Inhalt der einzelnen Abschnitte angebe und dann im ganzen hierzu kurz Stellung nehme.

Im Gegensatz zu den Ausführungen Lihotzkys, der die mittleren Drucke p_i in ihrer Abhängigkeit von der Drehzahl n und dem Füllungsgrade ε darstellt, dabei jedoch annimmt, dafs infolge des jeweiligen zweckmäfsigsten Baues der Steuerung, deren Einflufs für alle Fälle gleich sei, also keiner besonderen Berücksichtigung bedürfe, weist Strahl im Abschnit 1 bis 3 seines Buches

»Einflufs der Steuerung auf Leistung der Heifsdampflokomotiven«

nach, dafs

1. der Spannungsabfall Δp bei der Dampfeinströmung und
2. der im Zylinder wirkende nutzbare mittlere Druck p_i aufser von den obigen Gröfsen ε und n auch noch erheblich von der Bauart der Steuerung selbst und von dem Zylinderinhalt J abhängt. Er legt diese Beziehungen formelmäfsig fest und zeigt ihre rein theoretische Entwicklung in einem Anhang 1 und 2.

Mit Hilfe dieser Formeln stellt er über der sekundlichen Drehzahl n für $p_s = 12$ at. abs. und für die Füllungen $\varepsilon = 10$, 20, 30, 40 und $50\,^0/_0$ die mittleren Drucke p_i und die auf J = 100 l bezogene Leistung PS_i dar und zwar einmal für J = 193 l und dann für 124 l.

Beispielsweise ermittelt Strahl für $\varepsilon = 0{,}2$ und n = 3, p_i zu 2,75 bei J = 193 l und p_i zu 3,15 bei J = 124 l.

An der 193 l-Lokomotive zeigt er den Einflufs der Erhöhung des Schieberkastendruckes von $p_s = 12$ auf $p_s = 14$ at.

Sämtliche Schieberabmessungen entsprechen dem Einheits-Kolbenschieber der preufsischen Heifsdampflokomotiven.

Im Abschnitt 4 wird aus den Steuerungsabmessungen und dem spezifischen Dampfgewicht 8_1 bei der Einströmung und 8_0 bei Beginn der Kompression die formelmäfsige Beziehung des Dampfverbrauchs $\mathfrak{M}$ auf 100 l Zylinderinhalt zur Drehzahl n, der Füllung ε und dem Zylinderinhalt J festgelegt; gleichzeitig wird dabei der Einflufs der Überhitzung auf den spezifischen Dampfverbrauch gezeigt. Die erforderlichen theoretischen Entwicklungen sind im Anhang 3 gegeben. Die gefundenen Ergebnisse sind in derselben Weise wie oben für p_i dargestellt.

Durch die Zusammenfassung der zwei vorerwähnten Darstellungen sind

im Abschnitt 5 neue Darstellungen für konstante Drehzahl gewonnen worden, welche für jede Drehzahl unter Elimination der Füllung ε die Beziehung zwischen der 100 l-Leistung in PS_i (als Abszisse) und den zugehörigen Dampfverbrauch (als Ordinate) wiedergeben. Die gefundene schwach gekrümmte Kurve wird von Strahl Betriebscharakteristik genannt, weil man mit ihr die für den Betrieb der Lokomotive erforderlichen Daten festlegen kann.

Verbindet man einen beliebigen Punkt der Kurve mit dem Koordinatenanfangspunkt, so erhält man in der trigonometrischen Tangente des Winkels, welchen der Polstrahl mit der Abszissenachse bildet, ein Mafs des Dampfverbrauchs für 1 PS_i/Std.

Mit Zuhilfenahme eingehender theoretischer Erwägungen sucht Strahl zu beweisen, dafs man bei der Verwendung des Einheitskolbenschiebers für die einzelnen Kesselspannungen mit einer Betriebscharakteristik für alle preufsischen Heifsdampflokomotiven auskommen könne und sieht in der Möglichkeit die Füllung ε zu eliminieren einen besonderen Vorteil.

In Abschnitt 6 stellt Strahl an einer Reihe von Streckenversuchen, die nach der bei dem Eisenbahnzentralamt üblichen Weise vorgenommen sind, fest, dafs die von ihm nach Abschnitt 1 bis 5 theoretisch abgeleiteten Durchschnittswerte mit den bei den Versuchen ermittelten Durchschnittswerten sich decken.

Im Abschnitt 7 gibt Strahl ähnliche Schaubilder wie Lihotzky für den spezifischen Dampfverbrauch für 1 PS_i/Std. über der Füllung ε bei konstanter Umdrehungszahl und zeigt an diesen den Einflufs des Kesseldrucks, der Drosselung und der Füllung auf den spezifischen Dampfverbrauch.

Im Abschnitt 8 wird eine Formel für die Beziehungen zwischen der Rostanstrengung $\frac{Q}{R}$ und der Verdampfungsziffer z einerseits und damit dem spezifischen Kohlenverbrauch $\frac{K}{R}$ geboten und dazu verwendet, den Kohlenverbrauch der G 8^1 und G 12 Lokomotive für verschiedene Anstrengungsverhältnisse klar zu legen.

Um die unter 1 bis 8 gefundenen Ergebnisse für die Belastungsgrenzen der Lokomotiven zu verwenden, legt Strahl

im Abschnitt 9 zunächst die höchste Verdampfungsziffer für 1 qm wasserberührte Heizfläche H_w zu 60 kg fest und stellt unter Berücksichtigung des Zylinderinhaltes und der Dampfspannung die Beziehung zu dem Dampfverbrauch auf 100 l Zylinderinhalt fest, aus der dann die Leistung, Zugkraft usw. ermittelt werden können. Unter Verwendung der von ihm ausgebildeten Widerstandsformeln für Lokomotiven und Wagen werden für eine Reihe von Lokomotivgattungen

1. Linien gleicher Zuglast in t Wagengewicht für die Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit von der Steigung bei der Höchstleistung der Lokomotiven (s/V-Diagramme) entwickelt und
2. Zugkraftdarstellungen am Tenderzughaken auf wagrechter gerader oder schwachgekrümmter Bahn entwickelt unter besonderer Berücksichtigung der Reibungsgrenze.

In Abschnitt 10 ist angedeutet, in welcher Weise die gefundenen Werte für die Fahrplanbildung nutzbar gemacht werden können und wie bei geeigneter Verwendung der Reibungskräfte nach dem Beispiel der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn auf die Beseitigung schwer zu unterhaltender Zahnradstrecken hingewirkt werden kann.

In Abschnitt 11 ist die Anwendung der für Zwillingslokomotiven gefundenen Ergebnisse auf Heifsdampf-Verbundlokomotiven angedeutet.

Zu den in den einzelnen Abschnitten gefundenen Ergebnissen möchte ich folgendes bemerken:

Zu Abschnitt 2. In der Formel 1

$$\frac{\Delta p}{p_s} = \frac{4\,\varepsilon\,(1-\varepsilon)}{2\,\varepsilon\,(1-\varepsilon) + \sqrt[3]{\frac{4\,C}{10^6}\left[\left(\frac{\mu\,b}{J\,.\,n\,.\,\pi}\right)\frac{(m+\varepsilon)(v+2\,e\,\varepsilon)}{(0{,}71+1{,}5\,\varepsilon)}\right]}}$$

welche nicht einfach gebaut ist, hängt der Wert der rechten Seite von dem Produkt $C^{0,33}\,.\,\mu^{0,66}$ ab. Der Wert C hängt seinerseits von dem Produkt v und p_s ab, die ihrerseits an die richtige Annahme und Beobachtung der Temperatur im Schieberkasten gebunden sind. Der Wert μ ist ein Dampfströmungskoeffizient, der bekanntermafsen unsicher und an den Zustand der Schieber und Kanalkanten gebunden ist. Für beide Werte C und μ gibt Strahl Mittelwerte an. Da nun möglicherweise für einen gegebenen Fall beide Werte von der Wirklichkeit stark nach einer Richtung abweichen können, so wird das Endergebnis für $\frac{\Delta p}{p_s}$ meines Erachtens recht ungewifs.

Zu Abschnitt 3. In der Formel 2

$$p_i = a\,p_s - \varDelta p\,(a - 0{,}6) - B$$

spielt in dem zweiten Glied der rechten Seite der Gleichung der nach Formel 1 gefundene Wert $\varDelta p$ die gleiche ungewisse Rolle.

Zu Abschnitt 4. In der Formel 6

$$\mathfrak{M} = 1440\,n\,\frac{100\,p_s\,(X - Y) + 60}{i_s - 466}$$

sind die Werte X und Y recht verwickelter Natur, so dafs es mir schwierig erscheint, bei den von Strahl angewendeten Streckenversuchen die richtige Beziehung zwischen Beobachtung und Wirklichkeit herzustellen.

Die Elimination der Füllung vermag ich nicht als einen besonderen Vorteil anzuerkennen, da sowohl der Werkstattbeamte die genauen Füllungswerte zum richtigen Einregulieren der Lokomotive zwecks Erzielung einer möglichst grofsen Leistungsfähigkeit benötigt als auch der Betriebsbeamte durch die Beobachtung der für eine bestimmte Leistung erforderlichen Füllung sich ein Bild von dem Zustand der Lokomotive machen mufs. Man sollte die Füllung nach ihrem jeweiligen Werte eher bei den vorliegenden Betrachtungen in den Vordergrund schieben als sie eliminieren.

Die Darstellung der Betriebscharakteristik in der von Strahl gewählten Einheitsform halte ich nicht für eine besonders glückliche Lösung, weil die Kurve bei ihrer verhältnismäfsig flachen Form besonders auch bei der Benutzung der trigonometrischen Tangente zur Festlegung des spezifischen Dampfverbrauchs zu Fehlablesungen Anlafs geben kann. Die Verbindung der vorliegenden geometrischen Zusammenhänge mit der Festlegung der absoluten Gröfse der spezifischen Dampfverbrauchswerte, welche in den gebräuchlichen Arbeitsgebieten der Lokomotiven erfahrungsgemäfs sich nur wenig ändern, erscheint mir gewagt, weil nach meinem Dafürhalten auch im praktischen Betrieb Fälle denkbar sind, bei denen zur Lösung energiewirtschaftlicher Aufgaben auch geringere Abweichungen der Werte des spezifischen Dampfverbrauchs in ihrer Abhängigkeit von der Füllung ε genau erkennbar sein müssen.

Ich glaube man mufs zur Erzielung eines wirtschaftlichen Betriebsdienstes jetzt schärfer rechnen, als Strahl das anzunehmen scheint, da er sich m. E. zu sehr mit Mittelwerten begnügt.

Da Strahl nachweist, dafs die $\varDelta p$ und p_i Werte auch von dem Zylinderinhalt J abhängen, so verliert er m. E. die Berechtigung sich auf die 100 l-Lokomotive wie Lihotzky zu beziehen. Ich hätte es daher auch für richtiger gehalten, wenn er für jeden Lokomotivtyp nach dessen J-Wert unter Berücksichtigung und Kenntlichmachung der Füllung die Charakteristik entwickelt hätte. Es ist dies keine grofse Mehrarbeit, aber sie schafft klarere Verhältnisse, da die Darstellung durchsichtiger bleibt und damit der Prüfung des Fachmanns zugänglicher gemacht wird.

Leider sind die von Strahl theoretisch abgeleiteten Behauptungen auch nur durch die bei Streckenversuchen als Mittelwert gefundenen Ergebnisse gestützt, die wie ja auch Strahl selbst mehrfach zugibt eben nur bedingten Wert haben. Solange sie sich nicht auch durch Versuche am festen oder beweglichen Prüfstand weiter als stichhaltig erweisen, vermag ich den Feststellungen Strahls nicht die von ihm anscheinend gewollte allgemeine Bedeutung zuzuschreiben.

Für die Aufstellung eines Beschaffungsprogramms für Lokomotiven und für überschlägige Aufgaben des Lokomotivbetriebsdienstes können sie genügen.

Für diese Aufgaben wären auch noch einige Ausführungen über die Überlastungsfähigkeit der Lokomotiven am Platze gewesen, denn aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wird auf nicht zu langen Steigungsstrecken, fast durchweg sogar unter Umständen auf Kosten einer frühzeitigeren Reparaturbedürftigkeit der Lokomotiven, mit vorübergehender Überlastung gearbeitet werden müssen. Dabei kann ich mir Fälle denken, bei denen man gewisse höhere Ausbesserungsaufwendungen zulassen wird, wenn damit die Betriebskosten im ganzen (Ersparnisse an Dienstlokomotiven und Personal) klein gehalten werden können. Jedenfalls reichen für Beurteilung solcher Fälle die Strahlschen s/V-Diagramme nicht aus; ihre ausschliefsliche, etwa gar rein schematische Anwendung durch maschinentechnisch nicht genügend vorgebildete Kräfte kann unter Umständen recht unwirtschaftlichen Betrieb bedingen. Jedenfalls reichen für solche Fälle die s/V-Diagramme Strahls nicht aus, da ihre ausschliefsliche Verwendung unter Umständen unwirtschaftlichen Betrieb bedingt. So konnte ich z. B. auf vier Bergstrecken des Bezirks der Reichsbahndirektion Elberfeld feststellen, dafs die ausschliefsliche Verwendung der s/V-Diagramme nach Strahl einen Mehrbedarf an drei Lokomotiven und sechs Personalen gegenüber der dort aus praktischen Rücksichten geübten Betriebsweise bedingen würde.

Persönliches.

Hofrat Ingenieur Gustav Garlik-Ossoppo †.

Am 9. September 1924 verschied auf seinem Familiensitz in Töllerberg in Kärnten Hofrat Ingenieur Gustav Garlik-Ossoppo an einem Herzleiden. Mit ihm schied ein ausgezeichneter Eisenbahnfachmann von uns, dem die österreichischen Bundesbahnen eine Reihe von Konstruktionen und Verbesserungen von Wagen für besondere Zwecke verdankt. Garlik wurde am 21. April 1858 in Prag als Sohn eines hohen Militärs geboren. Nach Absolvierung der Maschinenbauschule an der Wiener Technik 1881 trat er zuerst in die Dienste der ehemaligen Kaiserin Elisabeth-Westbahn; nach Verstaatlichung dieser Bahn trat er am 1. September 1883 in die Dienste der Kaiser Ferdinand-Nordbahn über; nach Überführung dieser Bahn in den Staatsbetrieb im Jahre 1907 wurde er in das k. k. Eisenbahnministerium einberufen und dort dem Departement für Fahrbetriebsmittel-Konstruktion zugeteilt. In der Abteilung für Wagenbau konnte er, unter Leitung des nachmaligen Sektionschefs Dr. Ing. Karl Gölsdorf stehend, seine reichen Erfahrungen in der Ausgestaltung von verschiedenen Wagenbauarten verwerten. Grofse Verdienste erwarb sich Garlik um die Schaffung und Durchbildung von Krankenwagen, die nach seinen Angaben und Studien in einem Stück als vierachsiger Krankenwagen I. Klasse, mit sechs Stück als Krankenwagen II. Klasse und mit zehn Stück als Personenwagen III. Klasse mit Krankenabteil gebaut wurden.

Nach seinen gründlichen Studien erfuhr die Bauart der Spezialwagen für Borstenvieh, der Kühl- und Fleischwagen eine den gesteigerten Anforderungen angepafste Verbesserung. Auch die Ausgestaltung der Schmalspurwagen wurde in seine bewährte Hände gelegt.

Als es im Kriege hiess, rasch Kranken-, Verwundeten-, Bade-, Desinfektions-, Werkstatt- und dergl. Züge aus dem Boden zu stampfen, da war Garlik der unermüdliche Förderer und Berater, dem das Gelingen der Arbeiten mitzudanken ist.

Nach Beendigung der vollen Dienstzeit trat Garlik 1919 in den dauernden Ruhestand, wobei er mit dem Titel eines Hofrates ausgezeichnet wurde.

Garliks hohe Bildung, vereint mit gesellschaftlichen Umgangsformen, verschaffte ihm grofse Achtung und Zuneigung unter seinen Freunden und Kollegen.

Der vor zwei Jahren erfolgte Tod seiner heifsgeliebten Gattin beschleunigte sein Herzleiden, welches schliefslich die Ursache seines unerwarteten Todes wurde.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Die Frage der schienengleichen Wegübergänge im Bulletin de l'association internationale du congrès des chemins de fer.

In Nr. 10 des Bulletin 1924 behandelt der auch in den Ausschüssen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen bekannt gewordene Chefingenieur M. Maas-Geesteranus, Chef des Gleis- und Arbeitsdienstes der niederländischen Eisenbahnen, die Frage der schienengleichen Wegübergänge (Artikel 1 Litera B des Fragebogens der 10. Sitzung des gen. Vereins) für alle Länder mit Ausnahme von Grofsbritannien und seinen Kolonien, Amerika, Frankreich, Italien, Spanien und Portugal. Der Bericht ist 66 Seiten lang und zeigt eine Reihe von Abbildungen der belgischen, schwedischen, schweizerischen, niederländischen und der neuen österreichischen*) Wegsignale wie auch derer des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Alle Länder, die an die Aufhebung der Bewachung schienengleicher Wegübergänge herangetreten sind, sind von wirtschaftlichen, durch die Erhöhung der Gehälter und Verminderung der Arbeitszeit veranlafsten Gesichtspunkten ausgegangen. Die belgischen Bahnen schätzen ihren wirtschaftlichen Erfolg auf 5,176,440 Fr. jährlich oder auf 1513 Fr. pro Jahr und schienengleiche Überfahrt. Es macht das auf den km des belgischen Eisenbahnnetzes im Jahr 1111 Fr. Die schwedischen Staatsbahnen schätzen den Gesamterfolg auf eine halbe Million Kr. und sagen, dafs die mit der Aufhebung verbundenen Aufwendungen sich in sehr kurzer Zeit tilgen. Der wirtschaftliche Erfolg hänge auch wesentlich von der Möglichkeit ab, die Bewachung aufzuheben, ohne dafür selbsttätige Meldesignale anzubringen.

In der Tschechoslowakei hat man 1922 1,300.000 tsch. Kr. erspart d. i. 157 Kr. auf den km Hauptlinie. In den Niederlanden wurden bis Ende 1923 die Bewachungen von 1023 schienengleichen Wegübergängen aufgehoben, von denen 501 fernbediente Schranken hatten. Man berechnet die Ersparnis auf 1,460,000 Fr. jährlich (ohne die Unterhaltung der Schranken). Man nimmt an, dafs von vorhandenen 2862 Wegübergängen 1500 ohne Bewachung gelassen werden können. Man würde damit 2,000,000 fl im Jahr oder 800 fl auf den km Hauptlinie d. i. 1,3⁰/₀ der gesamten Betriebskosten ersparen.

An den Versuchen der Aufhebung der Überwachung sind fast alle Länder beteiligt. Der Aufwand für die Überwachung steht allgemein, wenigstens bei weniger benützten und weniger wichtigen Übergängen, in keinem Vergleich mehr zum Nutzen. In manchen Ländern stehen allerdings der Aufhebung der Überwachung Gesetzesbestimmungen entgegen, die vorher geändert werden müssen, wie dies z. B. in Holland der Fall war.

Alle Verwaltungen fordern als Voraussetzung für die Auflassung eine gute Übersicht seitens der Wegbenützer auf die Züge, die sich der schienengleichen Überfahrt nähern und einen geringen Verkehr auf diesen Wegen. Die Sichtbedingungen sind verschieden. Die meisten Verwaltungen stellen die Sichtbedingungen nicht in bestimmter Form**).

Es scheint, dafs man im allgemeinen nur auf die Geschwindigkeit der Züge und nicht auf die Dichte des Verkehrs Rücksicht nimmt. Doch ist es nicht gleichgültig, ob ein dichter Verkehr vorhanden ist oder nicht, weil einleuchtenderweise die Möglichkeit eines Unfalls unmittelbar von der Verkehrsdichte abhängt.

Überall besteht die Ansicht, dafs die Auflassung der Bewachung schienengleicher Überfahrten besondere Ankündigungsvorrichtungen für das Publikum erfordert. In Schweden verwendet man die gleichen Ankündigungsmaste an bewachten und unbewachten schienengleichen Übergängen.

Der Berichter meint jedoch, dafs es empfehlenswert sei, ein besonderes und recht deutlich sichtbares Signal für die nicht bewachten Übergänge zu besitzen und dafs es der Wirksamkeit der Signale Eintrag tue, für bewachte und geschlossene schienengleiche Übergänge das nämliche Signal anzuwenden, da bei letzteren nicht die gleiche Aufmerksamkeit vonnöten sei.

In gewissen Ländern, wie in Belgien und der Schweiz, gibt es schienengleiche Überfahrten, die nur einen Teil des Tages über bewacht sind.

In den Niederlanden erlaubt das Gesetz die Auflassung der Bewachung während eines Teiles des Tages, aber die Eisenbahnverwaltung hat davon noch keinen Gebrauch gemacht, da sie fürchtet, dafs das Publikum durch die zeitweise Bedienung der Schranken für die Zeit der Auflassung dieser Bedienung irregeführt wird. Aufserdem ist es für das Publikum schwierig, sich über Beginn und Ende der Bewachungszeit zu unterrichten. In der Schweiz bringt man zu diesem Zwecke bei einer zeitweise nicht bewachten schienengleichen Überfahrt während der Nichtbewachung eine Zusatzbezeichnung an. Nach Ansicht des Berichters wäre es noch zweckmäfsiger, die Ankündigungsmaste selbst für das Publikum solange unsichtbar zu machen, als die schienengleiche Überfahrt bewacht ist, etwa in der Form, dafs sie sich um eine lotrechte Achse drehen und vom Wächter vor dem Verlassen des Postens umgedreht und sichtbar gemacht werden. In Belgien und Schweden wendet man für schienengleiche Übergänge, die einen Teil des Tages über nicht bewacht sind, Ankündigungsmaste an, die mit einem besonderen, aber ununterbrochen sichtbaren Zeichen versehen sind.

Die Ankündigungssignale der schienengleichen Überfahrten haben in allen Ländern einander entsprechende Form, nämlich einen mit gekreuzten Armen versehenen Mast.

In den Niederlanden, Österreich und nach dem vom Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen angenommenen System besagen die Ankündigungsmaste, ob der Weg eine ein- oder zwei- oder mehrgleisige Bahn kreuzt. Diese Bezeichnung erscheint deshalb vorteilhaft, weil es im Falle der Überquerung einer mehrgleisigen Bahn nötig ist, sich nach Vorbeifahrt eines Zuges zu vergewissern, dafs sich nicht auf einem anderen Gleis der gleichen oder der anderen Richtung ein weiterer Zug nähert; die Überquerung einer mehrgleisigen Bahn erfordert also aufserordentliche Aufmerksamkeit und mufs durch ein besonderes Signal bekannt gegeben werden.

Der Abstand, in dem die Ankündigungsmaste vom Gleis angebracht werden, schwankt in den verschiedenen Ländern etwas. Die Automobileigentümer ziehen es vor, wenn sie die Signale in einem grofsen Abstand vom Gleis, beispielsweise 250 m, antreffen. Die Belange der Fufsgänger fordern Signale, die ganz bei den Gleisen aufgestellt sind, weil sie in dem Augenblick an die Gefahr erinnert werden sollen, in dem sie sich der gefährlichen Zone nähern.

In Belgien stellt man die Signale selbst in 15 m Abstand vom Gleis auf, aber man bringt aufserdem zwei Mastenschranken zu beiden Seiten des Gleises da an, wo das eigentliche Bahngebiet in 2,5 m Abstand von der Schiene betreten wird, als letzte Ankündigung des Eintritts in die Gefahrzone.

In den Niederlanden ist der vorgeschriebene Mindestabstand 10 m; man stellt die Signale allgemein in diesem Abstand vom Gleis auf. In Schweden ist der Gröfstabstand 20 m; man bringt allgemein die Signale dicht beim Gleis an. In Österreich aber stellt man sie auf 4 m Abstand. Für Schnellverkehr scheinen diese Abstände ungenügend und das internationale Zeichen, das die Nähe einer schienengleichen Überfahrt ankündigt, ist ungeeignet, weil es nicht ausdrückt, dafs Überfahrt unbewacht ist.

In Österreich hat man, um diese Lücke auszufüllen, vorgeschobene Ankündigungsmaste eingeführt, während der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen ein vorgeschobenes Ankündigungssignal in Form zweier schiefer Arme angenommen hat, das an Wegen anzuwenden ist, die von Automobilen und Viehherden stark benützt werden. Die österreichischen Bahnen werden als Mitglieder dieses Vereins wahrscheinlich die gleichen vorgeschobenen Signale annehmen.

Die Ankündigungssignale sind im allgemeinen nicht beleuchtet. In den Niederlanden wendet man rote Reflektoren an; in anderen Ländern gebraucht man für die wichtigsten Wege Blinklichter oder auch Lautsignale, die während der Annäherung eines Zuges in Tätigkeit treten. Besonders sind diese Vorrichtungen in Schweden im Gebrauch.

*) vgl. den Aufsatz von Hatschbach, Auflassung von Wegschranken auf Hauptbahnen und sonstige Mafsnahmen zur Vereinfachung und Verbilligung des Streckendienstes bei den Österr. Bundesbahnen. Organ 1923, S. 223.

**) Über die bei den Österr. Bundesbahnen vorgeschriebenen Sichtbedingungen vgl. den Aufsatz von Hatschbach a. a. O.

In Österreich und im deutschen Bahnnetz müssen selbsttätige Signale für den Fall angewendet werden, dafs die Sichtbarkeit den Regelvorschriften nicht entspricht.

In einigen Ländern, nämlich Belgien, Schweden und Schweiz, macht man Versuche mit dem amerikanischen „Wig-Wag" System*).

In manchen Ländern hat der Lokomotivführer bei Annäherung an schienengleiche Überfahrten die Pflicht, zu pfeifen; infolge dieser Vorschrift müssen kleine Tafeln zur Anweisung hierzu in einem gewissen Abstand z. B. 200 m von der schienengleichen Überfahrt angebracht werden; andere Verwaltungen, z. B. die Niederlande und der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen haben es als zu beschwerend für die Lokomotivführer erachtet, an jeder schienengleichen Überfahrt zu pfeifen. Obgleich das in keinem Lande vorgeschrieben zu sein scheint, wäre es wünschenswert, den der Überfahrt sich nähernden Zug aus gröfserer Entfernung sichtbar zu machen durch Anbringung eines Scheinwerfers, oder es mufs wenigstens dafür gesorgt werden, dafs die gewöhnlichen Lichter gut unterhalten werden und nicht auslöschen.

Der Berichter zieht aus seiner zusammenfassenden Übersicht den Schlufs, dafs, wirtschaftlichen Bedürfnissen entsprechend, die Auflassung der Bewachung schienengleicher Übergänge bei schwachem Wegverkehr eingeführt werden kann, sobald die Sichtbarkeit der sich dem Wege nähernden Züge genügt und fafst die oben berührten Gesichtspunkte in entsprechende Leitsätze zusammen. Dr. S.

*) vgl. die Bautechnik 1924, S. 213.

Übergang von Hartholzschwellen auf Weichholzschwellen in Amerika.

(Railway Age 1924, 2. Halbjahr, Nr. 9 v. 30. 8)

Mit der wachsenden Knappheit der Harthölzer, besonders während des Krieges, waren die amerikanischen Eisenbahnverwaltungen gezwungen, zu Weichholzschwellen überzugehen. Bei den Linien, die schon bisher teilweise Weichholzschwellen in Verwendung hatten, vollzog sich dieser Übergang ohne Schwierigkeit, nachdem diesen Linien die Vorteile der Tränkung und die Widerstandsfähigkeit der Weichholzschwellen gegen Abnützung und Pressung bekannt war. Anders war es bei den Linien mit schwerem Verkehr, die bis dahin nur Hartholzschwellen in Benützung hatten. Diesen fehlten vor allem die Erfahrungen über die Tränkung. Aufserdem konnten auch die Unterlagplatten bei dem grofsen Mangel an Stahl während des Krieges nicht allgemein eingeführt werden. Aber auch da, wo die Platten vorhanden waren, gab es Schwierigkeiten wegen der mangelhaften Beschaffenheit und der unzweckmäfsigen Gröfsenverhältnisse. Manche dieser Platten hatten keine gröfsere Übertragungsfläche als schon vorher die Schienen, welche bis dahin unmittelbar auf der Schwelle auflagen. Dazu kam, dafs viele Platten scharfe Rippen und Zacken aufwiesen, die sich ins Holz einfrafsen und den Widerstand gegen Zerdrücken stark herabminderten. Wa.

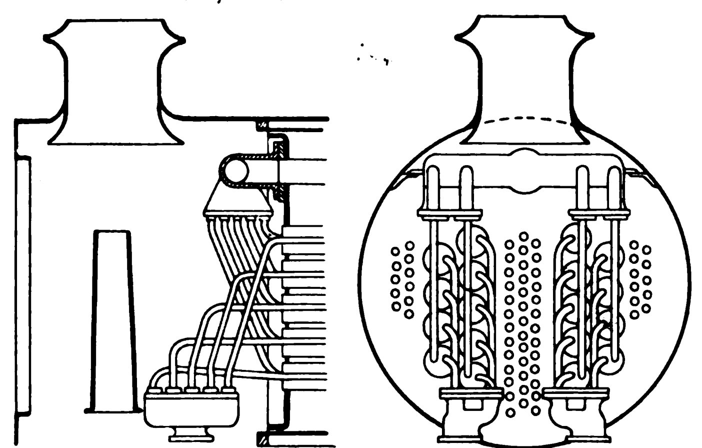
Lokomotiven und Wagen.

2C2-h4 Tenderlokomotive der London, Midland und Schottischen Bahn.

(Railway Engineer 1924, Mai.)

Zehn Stück dieser Lokomotiven sind von den Horwich-Werken für die Beförderung von Vorortzügen sowie von Schnellzügen über kürzere Entfernungen gebaut worden. Kessel, Zylinder, Radsätze sowie die Triebwerks- und Steuerungsteile sind austauschbar mit der 2C-h4 Schnellzuglokomotive derselben Bahn, die noch vor der Zusammenlegung der englischen Bahnen erstmals von der ehemaligen Lancashire und Yorkshire Bahn beschafft worden ist*). Die Aufsenzylinder wirken auf die zweite, die Innenzylinder auf die erste Kuppelachse. Der Kessel mit Belpaire-Feuerbüchse hat als Neuerung einen Horwich-Überhitzer. Abweichend von der üblichen Bauart hat der Horwich-Überhitzer drei Dampfsammelkästen, einen oberhalb der Rohre für den Nafsdampf und zwei Stück unterhalb der Rohre zur Aufnahme des Heifsdampfes. Auch sind die Rauchrohre, wie die Textabbildung zeigt, nicht oberhalb der Heizrohre, sondern zwischen diesen in zwei senkrechten Doppelreihen angeordnet.

Horwich-Überhitzer der 2C2-h4 Tenderlokomotive der London, Midland und Schottischen Bahn.



Die Teilung des Dampfsammelkastens soll den Wärmeübergang verhindern; aufserdem können die unteren Heifsdampfsammelkästen unmittelbar mit den Zylindern verschraubt werden, so dafs sich Rohrkrümmer erübrigen.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Kesselüberdruck p	12,7 at
Zylinderdurchmesser d	4×419 mm
Kolbenhub h	660 „
Kesseldurchmesser innen (kleinster)	1702 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	2718 mm
Rohrlänge	4830 „
Wasserberührte Heizfläche der Feuerbüchse	16,7 qm
„ „ „ „ Rohre	168,8 „
Heizfläche des Überhitzers	39,9 „
„ im Ganzen H	225,4 „
Rostfläche R	2,75 „
Durchmesser der Treibräder D	1905 mm
„ „ Laufräder	924 „
Fester Achsstand (Achsstand der Kuppelachsen)	4140 „
Achsstand jedes Drehgestelles	2133 „
Ganzer Achsstand	12293 „
Reibungsgewicht G_1	56,64 t
Dienstgewicht G	101,45 „
Vorrat an Wasser	9,1 cbm
„ „ Brennstoff	3,5 t
H:R	82
H:G	2,23
$H:G_1$	3,99

*) Siehe Organ 1921, S. 172. R. D.

Über den Anstrich der englischen Lokomotiven.

(Die Lokomotive 1924, Heft 8.)

Es ist bekannt, dafs die englischen Eisenbahngesellschaften grofsen Wert auf ein schmuckes Aussehen ihres Fahrzeugparks legen. Bei allen Fahrzeugen fällt die Schönheit der Formgebung und die bunte Lackierung auf. Die Lokomotiven sind von einer peinlichen Sauberkeit, zu der einerseits die gute Ausführung der Lackierung und die wenig Rauch entwickelnde Kohle, andererseits der bei allen Bahnen übliche Brauch beiträgt, den Lokomotivführer seine Lokomotive fest zuzuteilen. Nur so ist es denkbar, dafs es in England gelbe, hellblaue und rote Lokomotiven geben kann, deren Farben stets frisch leuchten. Auf dem Festland kennt man dagegen die Lokomotiven nur im rufsigen Arbeitskleid und legt wenig Wert auf die Erhaltung eines guten Anstrichs. Eine Ausnahme machen allerdings die frühere bayrische Staatsbahn und die Niederlande, welch letztere ihre Lokomotiven fast ganz nach englischem Muster bauen. Auch die Lokomotiven in Schweden und der Schweiz behalten dank ihrer Glanzblechverkleidung stets ein gutes Aussehen.

Die Quelle bringt eine Zusammenstellung der bei den einzelnen englischen Bahnen seither üblichen Grundfarben usw. und macht noch einige Angaben über die neue Farbengebung nach dem vor einiger Zeit erfolgten Zusammenschlufs der vielen kleinen Gesellschaften zu wenigen grofsen Netzen. R. D.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Oberregierungsbaurat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in Berlin und Wiesbaden.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Abb. 1 und 2. Zum Aufsatz: Die Lokomotiven und Triebwagen auf der Britischen Weltausstellung in Wembley.

Abb. 1. 2 C 1-h 3 Lokomotive der London und North Eastern-Bahn.

Abb. 2. Grundriß.

Abb. 1 und 2. Zum Aufsatz: Die Lokomotiven und Triebwagen auf der Britischen Weltausstellung in Wembley.

Abb. 1. 2 C 1-h 3 Lokomotive der London und North Eastern-Bahn.

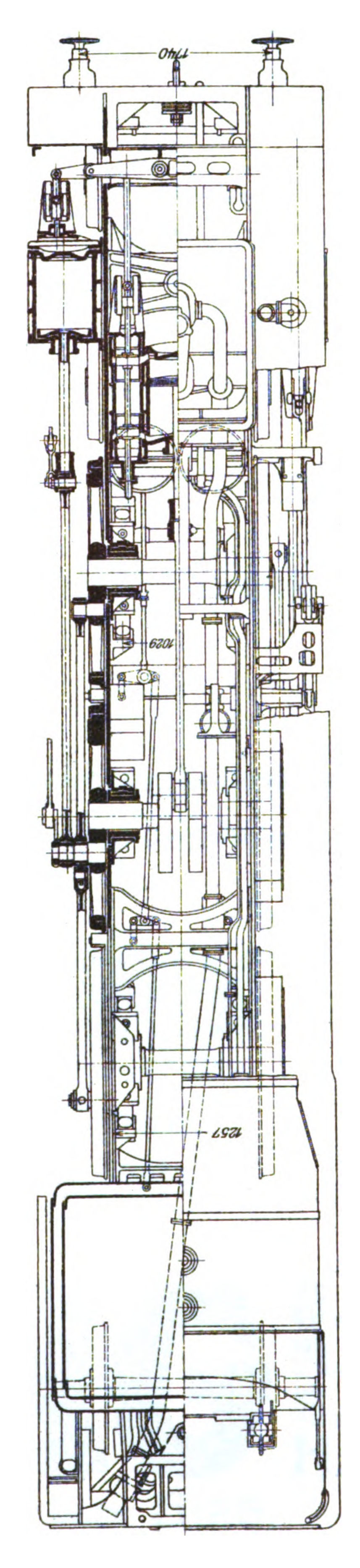


Abb. 2. Grundriß.

C.W.Kreidel's Verlag. Berlin.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Das

ORGAN

für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

erscheint am 15. und 30. jedes Monats.

Die Anschrift des Schriftleiters ist
Oberregierungsbaurat Dr. Ing. **H. Uebelacker,**
Nürnberg, Sandstrafse 38/40,
die des stellvertretenden Schriftleiters
Regierungsbaurat Dr. Ing. **A. E. Bloss**, Dresden, Wiener Strafse 4.

Die Aufnahme von Bearbeitungen technischer Gegenstände aus dem Vereinsgebiete vermitteln im Auftrage des Technischen Ausschusses des Vereins:
Oberregierungsbaurat Arzt, Reichsbahndirektion Oldenburg;
Oberregierungsbaurat Professor Baumann, Reichsbahndirektion Karlsruhe;
Ministerialrat Engels, Generaldirektion der Österr. Bundesbahnen, Wien;
Abteilungsdirektor Höfinghoff, Eisenbahnzentralamt Berlin;
Ministerialrat Hundsdorfer, Deutsche Reichsbahn, Gruppe Bayern, München;
Abteilungsvorstand Oberingenieur Joosting, Generaldirektion der Niederländischen Eisenbahnen in Utrecht;
Oberinspektor Kramer, Direktion der kgl. Ungar. Staatseisenbahnen, Budapest;
Abteilungsdirektor Nägele, Reichsbahndirektion Stuttgart;
Direktor Pogány, Betriebsdirektion der Donau-Save-Adria-Eisenbahngesellschaft (vorm. Südbahngesellschaft) in Budapest;
Oberregierungsbaurat Ruthemeyer, Reichsbahndirektion Cassel;
Regierungsbaurat Tetzlaff, Eisenbahnzentralamt Berlin;
Sektionschef Baudirektor Dr. Trnka, Generaldirektion der Österr. Bundesbahnen, Wien.

Der Jahrgang 1924 des Organs wird heftweise berechnet und ist durch den Buchhandel oder (zuzüglich des entfallenden Kreuzbandportos) von der Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

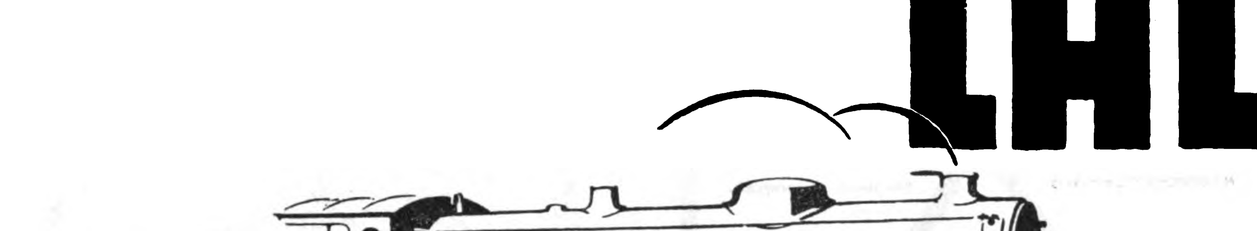
Anzeigenpreise:	1/1	1/2	1/4	1/8 Seite
	150.—	75.—	37.50	18.75 Goldmark.

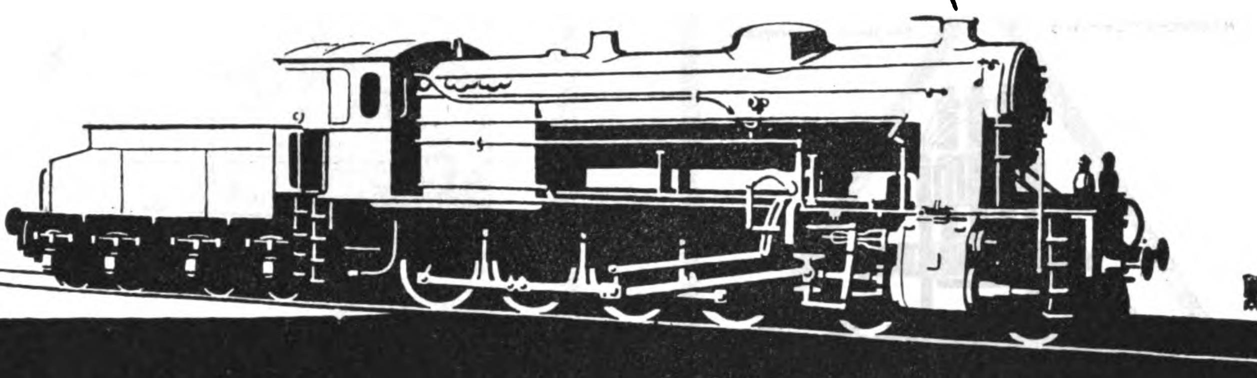
4.20 Goldmark = 1 Dollar.

Bei 12 / 24 maliger Aufnahme innerhalb Jahresfrist 10 / 20 % Nachlafs.

Für Vorzugsseiten gelten besondere Preise. Beilagen nach Vereinbarung

C. W. Kreidel's Verlag, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 9938. Deutsche Bank, Depositenkasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 82742.





Lokomotivbau

2443 5061

LINKE-HOFMANN-LAUCHHAMMER A-G • WERK BRESLAU





Für den Anzeigenteil verantwortlich F. Luckhardt, Berlin S. O. 26. Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08013 0910



